Environnement Canada
Service de la protection de l'environnement

Environment Canada
Environmental Protection Service

collection
ENVIROGUIDE

L'ACIDE ACÉTIQUE

Canada

février 1985

86-03111/

COLLECTION «ENVIROGUIDE»

La collection «Enviroguide» est constituée de guides d'information technique à utiliser en cas de déversements de matières dangereuses. Chaque guide fournit une masse considérable d'information relative au produit chimique dont il traite. L'information ainsi présentée a pour but d'aider l'utilisateur à mettre sur pied un plan d'intervention en cas d'accident et à évaluer les incidences sur l'environnement que peut avoir tel ou tel polluant. Le contenu de chacun des guides a été vérifié par la Direction des services techniques du Service de la protection de l'environnement avant que ne soit autorisée sa publication. Il est à noter qu'une telle autorisation n'implique pas que le contenu des guides reflète les points de vue ou la politique du Service de la protection de l'environnement. De même, le fait de mentionner des marques déposées ou des noms de produits commerciaux ne doit pas être interprété comme une forme de recommandation.

collection
ENVIROGUIDE

L'ACIDE ACÉTIQUE

SERVICE DE LA PROTECTION
DE L'ENVIRONNEMENT

DIRECTION GÉNÉRALE DES PROGRAMMES
DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

DIRECTION DES SERVICES TECHNIQUES

OTTAWA
FÉVRIER 1985
ENVIRONNEMENT CANADA

Publication
distribuée par le Service des publications
Service de la protection de l'environnement
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 1C8

Édition française de
Acetic acid
préparée par le Module d'édition française

English copy available at the above mentioned address

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1985
N° de cat. En 48-10/30-1985F
ISBN 0-662-93409-1
IMPRIMERIE BEAUREGARD LIMITÉE

AVANT-PROPOS

La collection «Enviroguide» a été lancée officiellement en 1983. Elle est constituée de guides d'information technique sur les produits chimiques qui sont les plus souvent en cause dans les cas de déversements accidentels. Les guides, qui s'adressent à des spécialistes dans le domaine des déversements, sont conçus pour aider à planifier les interventions d'urgence et évaluer les incidences sur l'environnement.

Vu la grande quantité d'information présentée et le caractère très technique des guides, ces derniers ne s'adressent pas au personnel de première intervention, pour qui existent déjà des manuels plus appropriés.

L'information offerte a été glanée en majeure partie dans des publications déjà existantes. Les auteurs ont pris grand soin, aussi bien au stade de la compilation qu'à celui de la révision, de vérifier la justesse des éléments retenus. Néanmoins, il ne faut pas voir dans la publication de ces éléments d'information une forme de recommandation de la part du gouvernement du Canada ni de quelque autre groupe.

REMERCIEMENTS

La version définitive du présent guide est l'oeuvre du personnel du Service de la protection de l'environnement, qui a procédé à la refonte de nombreux passages du texte initial, ajouté maints renseignements et commentaires et préparé les schémas et les figures.

Le travail préliminaire avait été donné à contrat par Environnement Canada aux firmes M.M. Dillon Consulting Engineers and Planners, Concord Scientific Corporation et Waterloo Engineering Limited.

L'abondance de détails qu'on trouve dans le guide est le fruit de la collaboration de plusieurs personnes, organismes et institutions qui ont fourni des données et des conseils précieux, au stade de la compilation comme au stade de la rédaction. Sous ce rapport, l'Association canadienne des fabricants de produits chimiques mérite des remerciements particuliers.

TABLE DES MATIÈRES

	Avant-propos	III
	Remerciements	III
	Liste des figures	VIII
	Liste des tableaux	VIII
	Abréviations et symboles	IX
	Définitions	XI
	Sigles	XIII
1	**Résumé**	1
2	**Propriétés physiques et chimiques**	3
3	**Production, transport et commerce**	11
3.1	Qualités et titres des produits	11
3.2	Fabricants situés au Canada	11
3.3	Autres fournisseurs	11
3.4	Centre de production et transport	11
3.5	Volume de production	11
3.6	Développement de l'industrie	11
3.7	Fabrication industrielle	11
3.7.1	Information générale	11
3.7.2	Procédé de fabrication	11
3.8	Principales utilisations au Canada	12
3.9	Principaux acheteurs au Canada	12
4	**Manutention du produit et compatibilité**	13
4.1	Citernes et autres récipients d'expédition	13
4.1.1	Transport en vrac	13
4.1.1.1	Wagons-citernes	13
4.1.1.2	Véhicules-citernes	13
4.1.2	Emballages	13
4.2	Déchargement	14
4.2.1	Matériel et procédés de déchargement des wagons-citernes	14
4.2.2	Équipement et opérations de déchargement des véhicules-citernes	14
4.2.3	Matériaux de fabrication des organes de déchargement et spécifications	17
4.3	Compatibilité entre le produit et certains matériaux	19
5	**Fuite et migration du produit**	23
5.1	Aperçu général	23
5.2	Fuite du produit	23
5.2.1	Introduction	23
5.2.2	Nomogrammes des fuites	24
5.2.2.1	Pourcentage de liquide restant en fonction du temps écoulé	24
5.2.2.2	Débit de fuite en fonction du temps écoulé	24
5.2.3	Exemples de calcul	24
5.3	Diffusion dans l'atmosphère	24
5.3.1	Introduction	24
5.3.2	Nomogrammes de la diffusion du panache de vapeurs	26
5.3.2.1	Débit d'émission des vapeurs en fonction du rayon de la nappe et de la température	26
5.3.2.2	Teneur en vapeurs en fonction de la distance sous le vent	30
5.3.2.3	Demi-largeur maximale du panache dangereux	34
5.3.2.4	Distance parcourue par le panache en fonction du temps écoulé	34
5.3.3	Étapes du calcul	34
5.4	Comportement dans l'eau	38
5.4.1	Introduction	38

5.4.2	Nomogrammes de la diffusion du polluant dans l'eau	38
5.4.2.1	Diffusion dans les cours d'eau non soumis aux marées	40
5.4.2.2	Diffusion dans les lacs au repos et autres plans d'eau	40
5.4.3	Exemples de calcul	50
5.4.3.1	Teneur en polluant d'un cours d'eau non soumis aux marées	50
5.4.3.2	Teneur en polluant dans les lacs au repos et autres plans d'eau	50
5.5	Comportement dans le sol de surface et dans le sous-sol	50
5.5.1	Introduction	50
5.5.2	Migration du polluant dans un sol à capacité au champ	51
5.5.3	Coefficient de perméabilité d'un sol saturé vis-à-vis du polluant	51
5.5.4	Types de sol	53
5.5.5	Nomogrammes de la migration	53
5.5.6	Exemple de calcul	53
6	**Protection de l'environnement**	58
6.1	Limites maximales admissibles	58
6.1.1	Qualité de l'eau	58
6.1.2	Qualité de l'air	58
6.2	Toxicité pour les espèces aquatiques	58
6.2.1	Évaluation de la toxicité aux U.S.A.	58
6.2.2	Mesure de la toxicité	58
6.2.2.1	Toxicité en eau douce	58
6.2.2.2	Toxicité en eau salée	60
6.3	Études sur les effets toxiques	60
6.4	Dégradation du polluant	60
6.4.1	Demande bio-chimique en oxygène	60
6.5	Devenir et effets à long terme	61
7	**Protection de la santé**	62
7.1	Normes d'exposition recommandées	62
7.2	Données sur les propriétés irritantes	63
7.2.1	Contact avec la peau	63
7.2.2	Contact avec les yeux	63
7.3	Données sur les propriétés organoleptiques	63
7.3.1	Odeur	63
7.3.2	Saveur	63
7.4	Études sur les effets toxiques	64
7.4.1	Inhalation	64
7.4.2	Ingestion	64
7.4.3	Mutagénicité, tératogénicité et carcinogénicité	65
7.5	Symptômes et conséquences de l'intoxication	65
7.5.1	Inhalation	65
7.5.2	Ingestion	65
7.5.3	Contact avec la peau	66
7.5.4	Contact avec les yeux	66
8	**Compatibilité chimique**	67
8.1	Compatibilité entre l'acide acétique et divers agents	67
9	**Mesures d'intervention et de sécurité**	69
9.1	Mesures recommandées	69
9.1.1	Danger d'incendie	69
9.1.2	Moyens d'extinction	69
9.1.3	Mesures d'intervention en cas de déversement	69
9.1.3.1	Information générale	69
9.1.3.2	Déversement sur le sol	69
9.1.3.3	Déversement dans l'eau	69
9.1.4	Nettoyage et traitement	69
9.1.4.1	Information générale	69

9.1.5	Élimination du polluant	70
9.1.6	Appareils et vêtements de protection	70
9.2	Équipement, techniques et produits spécialisés d'intervention	71
10	**Cas de déversement accidentel**	73
10.1	Information générale	73
11	**Identification et dosage du polluant**	74
11.1	Dosage du polluant présent dans l'air (analyse quantitative)	74
11.1.1	Chromatographie en phase gazeuse	74
11.2	Identification du polluant présent dans l'air (analyse quantitative)	74
11.3	Dosage du polluant présent dans l'eau (analyse quantitative)	75
11.3.1	Entraînement à la vapeur	75
11.4	Identification du polluant présent dans l'eau (analyse qualitative)	75
11.5	Dosage du polluant présent dans le sol (analyse quantitative)	75
11.5.1	Chromatographie en phase gazeuse	75
11.6	Identification du polluant présent dans le sol (analyse qualitative)	75
12	**Références et bibliographie**	77
12.1	Références	77
12.2	Bibliographie	82

LISTE DES FIGURES

1 Pression de vapeur en fonction de la température 7
2 Masse moléculaire apparente 8
3 Point de congélation des solutions 8
4 Masse volumique des solutions 9
5 Viscosité des solutions 9
6 Diagrammes de phases 10
7 Wagon-citerne de spécification 111A60ALW1 15
8 Fûts types 18
9 Wagon-citerne perforé au-dessous du niveau du liquide 24
10 Pourcentage de liquide restant en fonction du temps écoulé 25
11 Débit de fuite en fonction du temps écoulé 25
12 Formation d'un panache de vapeurs 27
13 Étapes à suivre pour déterminer la zone dangereuse 28
14 Débit d'émission de vapeurs à différentes températures en fonction du rayon de la nappe 29
15 Teneur uniformisée en vapeurs en fonction de la distance sous le vent 31
16 Conversion des unités de la TLV® (ppm en g/m^3) 32
17 Conversion en g/m^3 du % volumique de la limite inférieure d'inflammabilité ... 33
18 Distance parcourue par le panache en fonction du temps écoulé 35
19 Zone dangereuse maximale sous un vent invariable 39
20 Zone dangereuse maximale sous un vent variable 39
21 Étapes à suivre pour calculer la teneur en polluant d'un cours d'eau non soumis aux marées 41
22 Distance en fonction du temps 42
23 Rayon hydraulique en fonction de la largeur du canal 43
24 Coefficient de diffusion turbulente en fonction du rayon hydraulique 44
25 Alpha en fonction du coefficient de diffusion turbulente 45
26 Delta en fonction de alpha 46
27 Teneur maximale en fonction de delta 47
28 Volume d'eau en fonction du rayon hydraulique 48
29 Teneur moyenne en fonction du volume d'eau 49
30 Migration dans le sous-sol 52
31 Plan d'utilisation des nomogrammes 54
32 Migration dans le sable grossier 55
33 Migration dans le sable limoneux 56
34 Migration dans le till argileux 57

LISTE DES TABLEAUX

1 Nomogrammes de conversion 1
2 Wagons-citernes de spécifications 111A60ALW1, 111A100W6, 103ALW, 103DW 13
3 Caractéristiques du wagon-citerne de spécification 111A60ALW1 16
4 Caractéristiques des fûts utilisés pour le transport de l'acide acétique 17
5 Compatibilité de l'acide acétique et de certains matériaux de fabrication 20
6 Catégories météorologiques (de stabilité) 30
7 Demi-largeur maximale du panache dangereux de vapeurs d'acide acétique (à 20 °C) 36

ABRÉVIATIONS ET SYMBOLES

adf	Antidéflagrant
atm	Atmosphère
B	Périmètre mouillé
c.f.	Coupelle fermée
c.o.	Coupelle ouverte
CPG	Chromatographie en phase gazeuse
d	Densité
d vap	Densité de vapeur
d.-v.	Demi-vie
D ext.	Diamètre extérieur
D int.	Diamètre intérieur
DAMM	Diamètre aérodynamique moyen en masse
DBO	Demande biochimique en oxygène
DCO	Demande chimique en oxygène
D_e	Diamètre d'entrée
DIF	Détecteur d'ionisation à flamme
DMM	Diamètre moyen en masse
DMN	Diamètre moyen en nombre
DMV	Diamètre moyen en volume
DPI	Détecteur à photo-ionisation
D_s	Diamètre de sortie
DL min.*	Dose létale minimale
DL 50*	Dose létale moyenne
et coll.	Et collaborateurs
eV	Électronvolt
f.n.éq.	Fumée normalisée équivalente
gal imp.	Gallon impérial
h	Hauteur
IDLH*	*Immediately Dangerous to Life or Health*
IR	Infrarouge
j	Jour
J	Joule
K	Coefficient de perméabilité
K_0	Coefficient de perméabilité d'un sol saturé
k	Coefficient de perméabilité intrinsèque
l	Litre
L.I.E.	Limite inférieure d'explosibilité
L.I.I.	Limite inférieure d'inflammabilité
L.S.E.	Limite supérieure d'explosibilité
L.S.I.	Limite supérieure d'inflammabilité
m	Masse
M	Molaire
MAK*	Teneur maximale admissible
MAK-D*	Teneur maximale admissible
MAK-K*	Teneur maximale admissible – courte durée
max.	Maximum
mé/l	Milliéquivalent par litre
MIK*	Teneur maximale d'immission
min.	Minimum
mn	Minute
M mol.	Masse moléculaire
M vol.	Masse volumique
mol	Mole
MPT	Moyenne pondérée en fonction du temps
N	Newton
N	Normal
Pa . s	Pascal seconde
pds éq.	Poids équivalent
ppb	Parties par milliard (10^{-9})
ppm	Parties par million (10^{-6})
ppt	Parties par mille (10^{-3})
psi	*Pounds per square inch*
P	Pression
P_c	Pression critique
PEL*	*Permissible Exposure Limit*
Po	Poise
Pt cong.	Point de congélation
Pt déf.	Point de déflagration
Pt dét.	Point de détonation
Pt ébul.	Point d'ébullition
Pt écl.	Point d'éclair
Pt écoul.	Point d'écoulement
Pt fus.	Point de fusion
Pt liq.	Point de liquéfaction
PVC	Chlorure de polyvinyle
q	Débit
q_e	Débit d'entrée
q_f	Débit de fuite
q_m	Débit-masse
q_s	Débit de sortie
q_v	Débit-volume
std	Standard
SM	Spectroscopie de masse
St	Stokes
STEL*	*Short Term Exposure Limit*
t	Tonne
t	Temps
temp.	Température
$temp._a$	Température ambiante
$temp._c$	Température critique
TE 50*	Teneur efficace moyenne
tf	Tonne forte
TI 50*	Teneur inhibitrice moyenne
TLm*	Tolérance moyenne
TL min.*	Teneur létale minimale
TL 50*	Teneur létale moyenne

TLV®*	*Threshold Limit Value*	V biod.	Vitesse de biodégradation
TLV® - C*	*Threshold Limit Value-Ceiling*	V évap.	Vitesse d'évaporation
TPN	Température et pression normales	vol.	Volume
		^{o}Bé	Degré Baumé
TT min.*	Teneur toxique minimale	^{o}C	Degré Celsius
u	Vitesse du vent	ϕ	Diamètre
μ	Viscosité	x	Distance sous le vent
vap	Vapeur	~~W~~	Ne pas utiliser d'eau comme moyen d'extinction
V	Vitesse d'écoulement		

* Les abréviations suivies d'un astérique sont expliquées dans la section Définitions.

DÉFINITIONS

Les définitions figurant ci-dessous valent pour la collection «Enviroguide». Le lecteur notera qu'elles n'ont pas toujours une portée générale. Pour plus de détails, ou pour d'autres définitions, se reporter au manuel d'introduction de la collection.

Bio-accumulation. – Rétention sans cesse croissante d'une substance dans les tissus d'un organisme tout au long de son existence (le facteur de bio-concentration augmentant sans cesse).

Bio-amplification. – Rétention d'une substance dans les tissus à des teneurs de plus en plus élevées au fur et à mesure que l'on s'élève dans la hiérarchie des organismes de la chaîne alimentaire.

Bioconcentration. – Rétention d'une substance dans les tissus d'un organisme au point que la teneur des tissus en cette substance surpasse la teneur du milieu ambiant en cette substance, à un moment donné de la vie de cet organisme.

Concentration. – Comme ce mot a des sens multiples et parfois mal définis selon qu'il s'agit de chimie, de biologie ou d'écologie, on lui a préféré des termes jugés plus précis, tels titre, teneur et bioconcentration.

Contaminant. – Polluant qui figure sur une liste de produits dangereux, établie en vertu de la Loi sur les contaminants de l'environnement.

Dose létale minimale. – Dans le cas de la toxicité pour l'homme (la dose définie ici peut être extrapolée à l'homme), il s'agit de la plus faible dose (autre que la DL 50) d'une substance dont l'absorption, excluant l'inhalation, en une ou plusieurs prises, au bout d'un temps donné, a été signalée comme cause de la mort d'un animal ou d'une personne. Abrév. DL min.

Dose létale moyenne (1). – Dans le cas de la toxicité pour l'animal, il s'agit de la dose qui tue, au bout d'un temps donné, 50 p. 100 des animaux auxquels on a fait absorber une certaine quantité de substance. Abrév. DL 50.

Dose létale moyenne (2). – À des fins de comparaison ou d'extrapolation dans l'étude de la toxicité pour l'homme, il s'agit de la dose (calculée) d'une substance censée entraîner, au bout d'un temps donné, la mort de 50 p. 100 d'une population homogène d'animaux. Elle est déterminée par suite de l'absorption, excluant l'inhalation, d'une quantité de cette substance par un lot statistiquement significatif d'animaux provenant de cette population. Abrév. DL 50.

Dose toxique minimale. – La plus faible dose d'une substance, introduite par toute autre voie que l'inhalation, pendant quelque période de temps que ce soit, dont l'absorption a été signalée comme cause d'effet toxique chez des personnes ou d'effets carcinogènes, néoplastogènes ou tératogènes chez les animaux ou les personnes. Abrév. DT min.

Facteur de bioconcentration. – Rapport de la teneur en une substance des tissus d'un organisme exposé (moins la teneur des tissus d'un organisme témoin) à la teneur en cette substance du milieu ambiant.

IDLH *(Immediately Dangerous to Life or Health).* – Teneur plafond à laquelle, dans un délai maximal d'exposition de 30 minutes, il est possible à une personne de fuir les lieux exposés sans qu'il n'y ait manifestation de signes fonctionnels d'intoxication, perturbation irréversible de la santé ou décès. Il s'agit d'une valeur définie et déterminée par le NIOSH.

Immission. – Transfert d'un polluant de l'atmosphère vers un «récepteur» qui peut être une personne, un animal, une plante. La teneur maximale d'immission, mentionnée au chapitre 7, se rapporte au polluant retenu dans les poumons. Il s'agit d'un concept d'origine allemande, adopté par l'ISO.

Létal. – En toxicologie, synonyme de mortel.

MAK *(Maximale Arbeidsplatz Konzentration).* – Teneur limite moyenne admissible en milieu de travail, compte tenu de semaines de 45 heures et de journées de 8 heures. Il s'agit d'une norme établie par la RFA.

MAK-D. – Teneur limite moyenne admissible en milieu de travail, compte tenu de semaines de 45 heures et de journées de 8 heures. Il s'agit d'une norme établie par la RDA.

MAK-K. – Teneur limite admissible en milieu de travail pour une période très courte ne dépassant pas 30 minutes. Il s'agit d'une norme établie par la RDA.

PEL *(Permissible Exposure Limit).* – Teneur limite moyenne (pondérée en fonction du temps) à laquelle peuvent être exposés des travailleurs pendant une période de relève. Il s'agit d'une valeur définie et déterminée par le NIOSH.

Polluant. – Agent physique, chimique ou biologique qui provoque une dégradation dans un milieu donné.

STEL (TLV – *Short Term Exposure Limit*). –Teneur limite à laquelle les travailleurs peuvent être exposés

de façon continue pour une courte période sans souffrir d'irritation, de dommage irréversible aux tissus ou d'une narcose suffisamment grave pour accroître la probabilité de blessure par accident, diminuer la capacité de fuir ou réduire physiquement l'efficacité au travail, en prenant pour acquis que la TLV quotidienne n'a pas été dépassée. Il s'agit d'une valeur définie et déterminée par l'ACGIH.

Teneur. – Quantité de matière solide, liquide ou gazeuse, rapportée à une masse ou à un volume d'autres matières dans lesquelles elle est en mélange, suspension ou dissolution.

Teneur efficace moyenne. – Dans le cas de la toxicité pour la micro-faune, il s'agit de la teneur à laquelle se produit, chez 50 p. 100 de la population, pour une durée d'exposition donnée, un effet tel que l'immobilisation, la perte de l'équilibre, une déficience de croissance ou même la mort. Abrév. TE 50.

Teneur inhibitrice moyenne. – Dans le cas de la toxicité pour la micro-flore ou la micro-faune, il s'agit de la toxicité qui inhibe à 50 p. 100 une activité biologique (par exemple, la croissance) en un temps déterminé. Abrév. TI 50.

Teneur létale minimale. – Dans le cas de la toxicité pour l'homme (la teneur définie ici peut être extrapolée à l'homme), il s'agit de la plus faible teneur (autre que la TL 50) de l'air en une substance dont l'inhalation a été signalée comme cause de la mort d'un animal ou d'une personne. Abrév. TL min.

Teneur létale moyenne (1). – Dans le cas de la toxicité pour l'animal, il s'agit de la teneur à laquelle meurent, au bout d'un temps donné, 50 p. 100 des animaux auxquels on a fait absorber une certaine quantité de substance. Abrév. TL 50.

Teneur létale moyenne (2). – À des fins de comparaison ou d'extrapolation dans l'étude de la toxicité pour l'homme, il s'agit de la teneur (calculée) de l'air en une substance dont l'inhalation est censée provoquer, au bout d'un temps donné, la mort de 50 p. 100 d'une population homogène d'animaux. Elle est déterminée par suite de l'exposition d'un lot statistiquement significatif d'animaux provenant de cette population. Abrév. TL 50.

Teneur plafond. – Teneur maximale admissible établie pour une durée d'exposition bien déterminée, dans le cas d'une substance très toxique. (L'IDLH et la TLV®-C sont des teneurs plafonds.)

Teneur toxique minimale. – La plus faible teneur de l'air en une substance à laquelle des personnes ou des animaux ont été exposés, pour quelque période de temps que ce soit, sans qu'il y ait eu d'effet toxique chez les personnes ou d'effets carcinogènes, néoplastogènes ou tératogènes chez les animaux ou les personnes. Abrév. TT min.

Titre (d'une solution, en chimie). – Rapport de la masse d'une substance dissoute à la masse totale ou du nombre de moles d'un constituant au nombre total de moles.

TLV® *(Threshold Limit Value).* – Teneur limite moyenne (pondérée en fonction du temps) à laquelle la majorité des travailleurs peuvent être exposés régulièrement à raison de 8 heures par jour, 5 jours par semaine, sans subir d'effet nocif. Il s'agit d'une valeur définie et déterminée par l'ACGIH.

TLV®-C *(Threshold Limit Value-Ceiling).* – Teneur limite admissible pour un moment donné. Il s'agit d'une valeur plafond définie et déterminée par l'ACGIH.

Tolérance moyenne. – Niveau de tolérance correspondant à la teneur à laquelle 50 p. 100 des sujets d'un test survivent au bout d'un temps donné. Abrév. TLm.

SIGLES

ACGIH	American Conference of Government Industrial Hygienists	ITII	International Technical Information Institute (Japon)
ANSI	American National Standards Institute	MCA	Manufacturing Chemists Association (USA)
ASTM	American Society for Testing and Materials	MDT	Ministère des Transports (du Canada)
AWQC	Ambient Water Quality Criteria (USA)	NACE	National Association of Corrosion Engineers (USA)
AWWA	American Water Works Association		
CBG	Chemical Buyers' Guide (USA)	NAS	National Academy of Sciences (USA)
CCD	Condensed Chemical Dictionary (USA)	NFPA	National Fire Protection Association (USA)
CCPA	Canadian Chemical Producers Association	NIOSH	National Institute of Occupational Safety and Health
CCT	Commission canadienne des transports		
CHRIS	Chemical Hazards Response Information System (USA)	NRC	National Research Council (USA)
		OSHA	Occupational Safety and Health Administration (USA)
DOT	Department of Transportation (USA)	STCC	Standard Transportation Commodity Code (Amérique du Nord)
EPA	Environmental Protection Agency (USA)		

RÉSUMÉ

Acide acétique (CH_3COOH)
L'acide acétique est un liquide incolore, d'aspect aqueux, à odeur de vinaigre vive et pénétrante.

Synonymes
Acide éthanoïque, esprit ou alcool de vinaigre, vinaigre glacial, acétate normal, acide acétique glacial.

Numéros d'identification
UN 2789 (acide acétique glacial et solutions titrant plus de 80 p. 100 d'acide), 2790 (solutions titrant de 10 à 80 p. 100); CAS 064-19-7; OHM-TADS 7216566; STCC 4931401 (solution aqueuse), 4931303 (glacial).

Qualités et titres
Glacial (pur): titrant 99,85 p. 100 d'acide.
Solution de qualité technique: titrant 28, 56, 80, 92 p. 100 d'acide.

Dangers immédiats
Incendie. – L'acide acétique est combustible.
Effet sur l'homme. – L'acide acétique est modérément toxique par inhalation, ingestion et contact.
Effet sur l'environnement.– L'acide acétique est nuisible pour la vie aquatique à faibles teneurs de l'eau.

Données relatives aux propriétés physiques

État (à 15 °C et à 1 atm): liquide	Miscibilité (à l'eau): miscible en toutes proportions
Point d'ébullition: 117,9 °C	Comportement (dans l'eau): coule au fond et
Point de fusion: 16,6 °C	s'y mélange en libérant de la chaleur et des
Inflammabilité: combustible	émanations.
Point d'éclair: 39 °C (c.f.)	Comportement (dans l'air): les vapeurs forment
Pression de vapeur: 1,6 kPa (20 °C)	des mélanges explosifs; elles sont plus lourdes que l'air.
Masse volumique: 1,0492 g/ml (20 °C)	Seuil olfactif: de 1 à 10 ppm

Dangers pour l'environnement
L'acide acétique est nocif pour la vie aquatique à une teneur de l'eau de 50 ppm. Il ne présente aucun danger de bioconcentration ni de bio-amplification (le long de la chaîne alimentaire).

Dangers pour l'homme
Teneur maximale admissible (TLV®) établie par l'ACGIH: 10 ppm (25 mg/m^3).
Teneur immédiatement dangereuse pour la vie ou la santé (IDLH) établie par le NIOSH: 1000 ppm.
Effets en cas d'inhalation. – À des teneurs supérieures à 50 ppm, les vapeurs sont intolérables, irritant les yeux, le nez, la gorge et les poumons. Il s'ensuit de la toux, des nausées, des vomissements et une gêne respiratoire.
Effets en cas de contact. – L'acide acétique peut causer des brûlures profondes, détruire la peau ou l'irriter, provoquer l'inflammation des muqueuses et des paupières et l'érosion des dents. Le contact avec les yeux provoque immédiatement des brûlures et des dommages qui peuvent être irréversibles.

Dispositions immédiates à prendre

• En cas de déversement. – Interdire l'accès des lieux. Signaler: «Produit corrosif». Appeler les pompiers. Prévenir le fabricant. Éliminer les causes possibles d'inflammation (interrompre la circulation automobile et le fonctionnement d'appareils). Colmater la fuite et confiner les matières déversées, si on peut le faire en sécurité. Éviter tout contact avec le liquide et éviter d'inhaler les vapeurs; rester au vent de la source. Empêcher toute eau polluée d'atteindre un égout ou un cours d'eau.

• En cas d'incendie. – Éteindre l'incendie au moyen de mousse, de poudre sèche, de dioxyde de carbone, d'eau pulvérisée ou d'un brouillard d'eau. Refroidir à l'eau les récipients exposés aux flammes. Se tenir éloigné des extrémités des citernes. Éviter que l'eau ne pénètre dans les récipients.

Mesures d'intervention d'urgence

Acide répandu sur le sol. – Construire des barrages pour confiner l'acide ou le canaliser vers des secteurs imperméables. Récupérer l'acide au moyen de pompes ou d'un équipement à dépression. Absorber le liquide résiduel avec des matières absorbantes naturelles ou synthétiques et verser, à la pelle, les résidus dans des récipients qu'on fermera. Neutraliser le secteur pollué à la chaux et verser, à la pelle, les résidus dans des récipients, en vue de l'élimination.

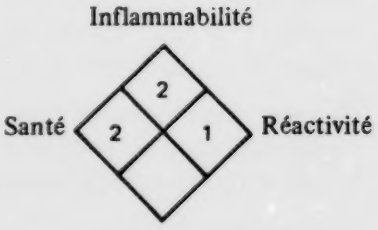
Acide déversé dans l'eau. – Confiner par construction d'un barrage, par dérivation ou au moyen de barrières naturelles. Neutraliser à la chaux ou au bicarbonate de sodium. Récupérer l'eau polluée en vue de l'épurer.

Acide émis dans l'atmosphère. – Abattre les vapeurs au sol au moyen d'eau pulvérisée. Confiner l'eau de ruissellement en vue d'un traitement ultérieur ou de l'élimination.

Niveau de gravité du risque selon la NAS

(Catégorie)	(Niveau)
Incendie	2
Santé	
Irritation causée par des vapeurs	2
Irritation causée par le produit à l'état liquide ou solide	3
Intoxications	2
Pollution de l'eau	
Toxicité pour l'homme	1
Toxicité pour les espèces aquatiques	2
Atteinte à l'esthétique de l'environnement	2
Réactivité	
Autres produits chimiques	2
Eau	0
Réaction spontanée	0

Évaluation du risque selon la NFPA



Champ inférieur vide: utiliser l'eau comme moyen d'extinction.

2 PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES

À moins d'indication contraire, il s'agit des propriétés de l'acide acétique pur (glacial).

Aspect	Liquide incolore, limpide (Celanese PB, 1976)
État à l'expédition	Liquide au-dessus de 16,6 °C (MCA, 1951)
État à 15 °C, 1 atm	Solide (Celanese MSDS, 1979)
Variables d'état	
Point de fusion	16,604 °C (CRC, 1980); 16,75 °C (Ullmann, 1975)
Point d'ébullition	117,87 °C (Kirk-Othmer, 1978)
Pression de vapeur	1,57 kPa (à 20 °C) (Ullmann, 1975)
Densité et masse volumique	
Densité relative	1,0492 g/ml (à 20 °C) (Kirk-Othmer, 1978)
Masse volumique	
(à l'état liquide, eau = 1)	1,0492 (à 20°/4 °C) (CRC, 1980)
(à l'état gazeux, air = 1)	2,07 (Verschueren, 1984)
Propriétés relatives à la combustion	
Inflammabilité	Libère des vapeurs inflammables à haute température (NFPA, 1978)
Point d'éclair (c.f)	39 °C (NFPA, 1978)
(c.o.)	44 °C (Celanese MSDS, 1979)
	57 °C (Kirk-Othmer, 1978)
Température d'inflammation spontanée	464 °C (NFPA, 1978)
Vitesse de combustion	1,6 mm/mn (CHRIS, 1978)
Limite supérieure d'inflammabilité	19,9 p. 100 en vol. (à 200 °C) (NFPA, 1978)
	17,0 p. 100 en vol. (Ullmann, 1975)
Limite inférieure d'inflammabilité	4,0 p. 100 en vol. (NFPA, 1978)
	5,4 p. 100 en vol. (à 100 °C) (Ullmann, 1975)
Chaleur de combustion	-874,5 kJ/mol (à 25 °C) (CRC, 1980)
Produits de combustion	Dioxyde de carbone et eau (CRC, 1980)
Explosibilité	Les vapeurs forment des mélanges explosifs avec l'air (NFPA, 1978)
Autres propriétés	
Masse moléculaire	60,05 (CRC, 1980)
Composition caractéristique des solutions	Glacial: 99,85 p. 100 d'acide acétique; 0,15 p. 100 (max.) d'eau; 0,5 p. 100 (max.) d'acétaldéhyde (Celanese PB, 1976)
	Autres: x p. 100 d'acide acétique (100 - x) p. 100 d'eau
Indice de réfraction	1,36985 (à 25 °C) (Kirk-Othmer, 1978)
Viscosité	1,183 mPa . s (à 20 °C); 0,018 mPa . s (à 40 °C) (Kirk-Othmer, 1978)
	1,2 mPa . s (20 p. 100 à 25 °C)
	1,7 mPa . s (40 p. 100 à 25 °C)
	2,1 mPa . s (60 p. 100 à 25 °C)
	3,1 mPa . s (80 p. 100 à 25 °C) (PPH, 1984)

Tension superficielle avec l'air	27,57 mN/m (à 20 °C) (Kirk-Othmer, 1978)
Tension interfaciale avec l'eau	38 mN/m (à 30 °C) (CRC, 1980)
Chaleur latente de fusion	11,74 kJ/mol (au point de fusion) (Ullmann, 1975)
Chaleur latente de vaporisation	23,69 kJ/mol (au point d'ébullition) (Kirk-Othmer, 1978)
Chaleur de formation	-484,3 kJ/mol (à 25 °C) (Sussex, 1977)
Entropie	159,9 J/(mol . K) (Ullmann, 1975)
Potentiel d'ionisation	10,66 eV (Holmes, 1980)
Chaleur de dissolution	- 1506 J/mol (à 25 °C) (CRC, 1980)
Capacité thermique	
À pression constante	À l'état liquide: 122,68 J/(mol . °C) (à 14,4 °C) (Ullmann, 1975) À l'état gazeux: 301,99 J/(mol . °C) (à 124 °C) (Kirk-Othmer, 1978) À l'état solide: 88,77 J/(mol . °C) (à 1,5 °C) (Ullmann, 1975)
À volume constant	107 J/(mol . °C) (à 25 °C) (CRC, 1980; CHRIS, 1978)
Pression critique	5786 kPa (CRC, 1980)
Température critique	321,6 °C (CRC, 1980)
Coefficient d'expansion	1,071 x 10^{-3}/°C (à 20 °C) (Celanese PB, 1976)
Conductivité thermique	0,158 W/(m . K) (à 20 °C) (Kirk-Othmer, 1978)
Teneur saturante	38 g/m^3 (à 20 °C), 63 g/m^3 (à 30 °C) (Verschueren, 1984)
Constante diélectrique	2,665 (à -10 °C), 6,170 (à 20 °C) (Kirk-Othmer, 1978)
Constante de dissociation	1,845 x 10^{-5} (à 25 °C) (Ullmann, 1975)
Conductance	0,060 cm^2/ohm (à 100 p. 100 et à 25 °C) 2,19 cm^2/ohm (à 97,60 p. 100 et à 25 °C) 111 cm^2/ohm (à 90,75 p. 100 et à 25 °C) (Kirk-Othmer, 1978)
Diffusivité	0,1064 cm^2/s (dans l'air, à 0 °C) 1,24 x 10^{-5} cm^2/s (dans l'eau à 25 °C) (Perry, 1973)
pH de la solution aqueuse	Très corrosif à de faibles teneurs, quelque peu moins à l'état glacial (MCA, 1951) 2,4 (1 *N* à 25 °C) (CRC, 1980)
Log_{10} du coefficient de partage octanol/eau	-0,31 (Hansch et Leo, 1979)
Vitesse d'évaporation	0,45 g/(m^2 . s) (pour l'acide glacial, à 20 °C, sous un vent de 4,5 m/s) (dans le présent ouvrage)
Miscibilité	
Eau	Miscible en toutes proportions (Celanese PB, 1976)
Autres substances communes	Miscible dans l'éthanol et l'éther éthylique; non miscible dans le sulfure de carbone (Celanese PB, 1976) Miscible dans l'acétone et le benzène (CRC, 1980)

Azéotropes (Ullmann, 1975)

Corps	% massique d'acide acétique	Point d'ébullition (^{o}C)
Bromoforme	82	118,3
Tétrachlorure de carbone	1,44	76,6
Heptane	33	91,9
Toluène	34,4	104,8
Cyclohexane	6,5	81,8
Butanol	43,0	120,3
Éthylbenzène	66,0	114,6

Facteur de conversion pour les vapeurs

1 ppm = 2,494 mg/m^3 (à 20 ^{o}C)
1 mg/m^3 = 0,401 ppm (Verschueren, 1984)

Propriétés physico-chimiques

En phase gazeuse, l'acide acétique existe sous forme de dimère dans l'intervalle de températures de 25 à 120 ^{o}C. La figure 2 donne la masse moléculaire apparente. L'équation d'équilibre est la suivante (Kirk-Othmer, 1978):

$$(CH_3COOH)_2 \rightleftharpoons 2CH_3COOH$$

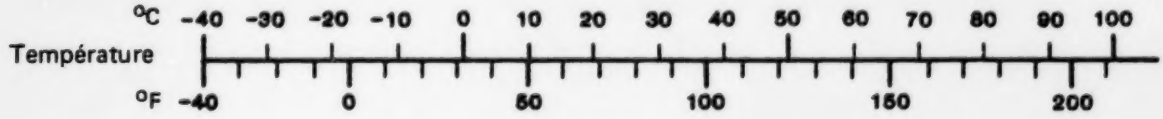
dimère monomère

$$\text{Log K [dimère]} = \frac{3166}{T} - 10{,}4205$$

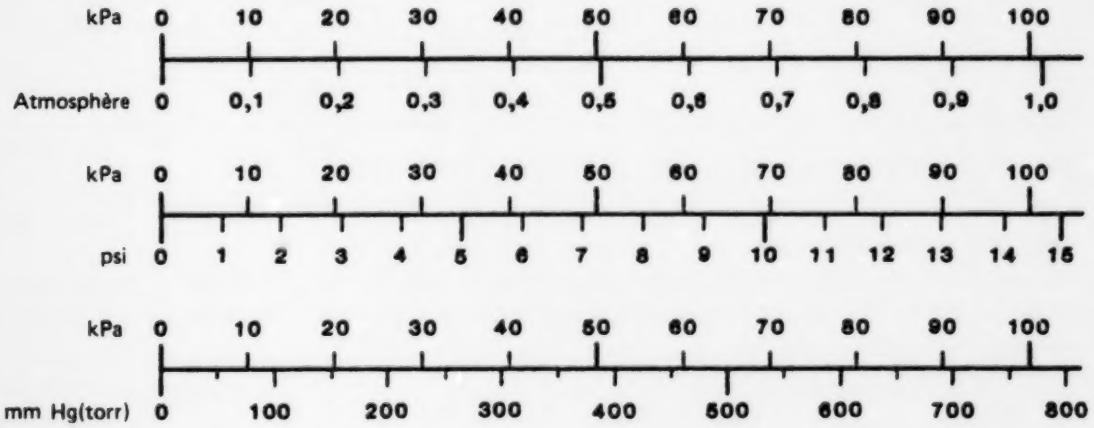
À l'état solide, l'acide acétique se présente aussi sous deux formes, la plus stable (et la plus commune) étant connue sous le nom d'acide acétique I et cristallisant dans le système orthorhombique. À haute pression (8000 kPa), il se forme de l'acide acétique II, aux cristaux monocliniques et métastables, après leur formation, lorsqu'on descend vers les pressions atmosphériques (Wilton, 1974).

Tableau 1

ACIDE ACÉTIQUE — NOMOGRAMMES DE CONVERSION



Pression — 1 kPa = 1000 Pa



Viscosité

Dynamique — 1 Pa·s = 1000 centipoises (cPo)

Cinématique — 1 m^2/s = 1 000 000 centistokes (cSt)

Teneur (de l'eau)
1 ppm ≅ 1 mg/l

Énergie (chaleur) — 1 kJ = 1000 J

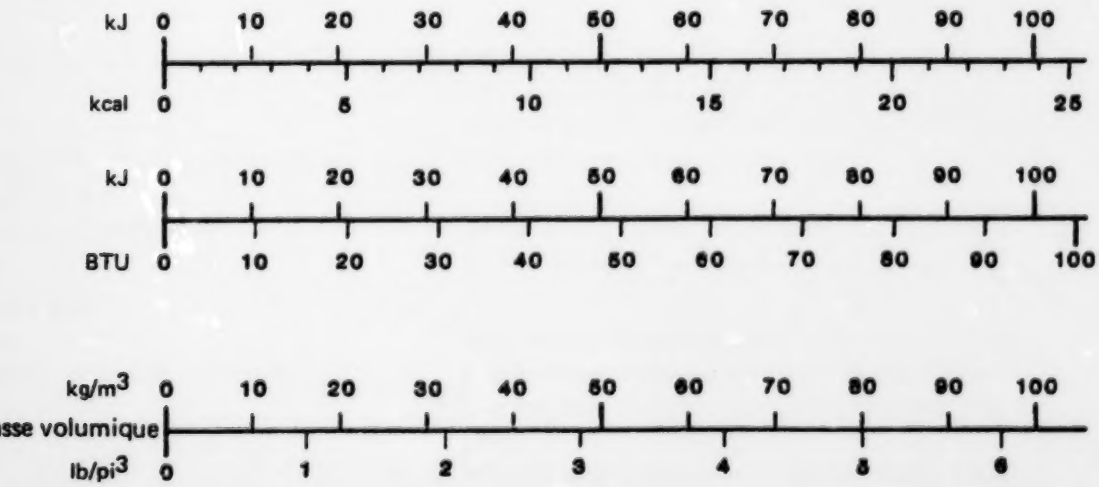


Figure 1

ACIDE ACÉTIQUE

PRESSION DE VAPEUR EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE

Source: Ullmann, 1975

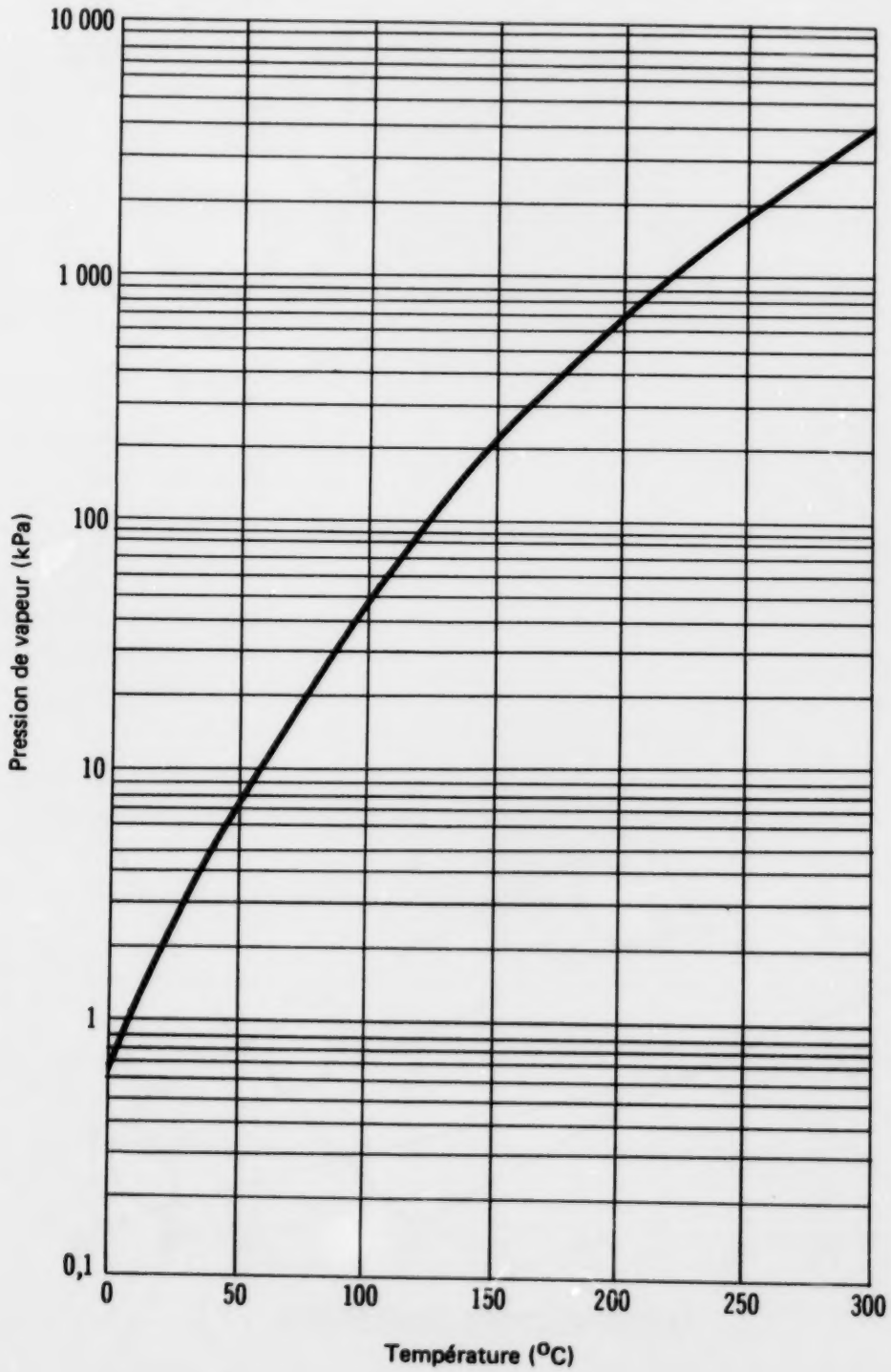


Figure 2

ACIDE ACÉTIQUE — **MASSE MOLÉCULAIRE APPARENTE**

Source: Kirk-Othmer, 1978

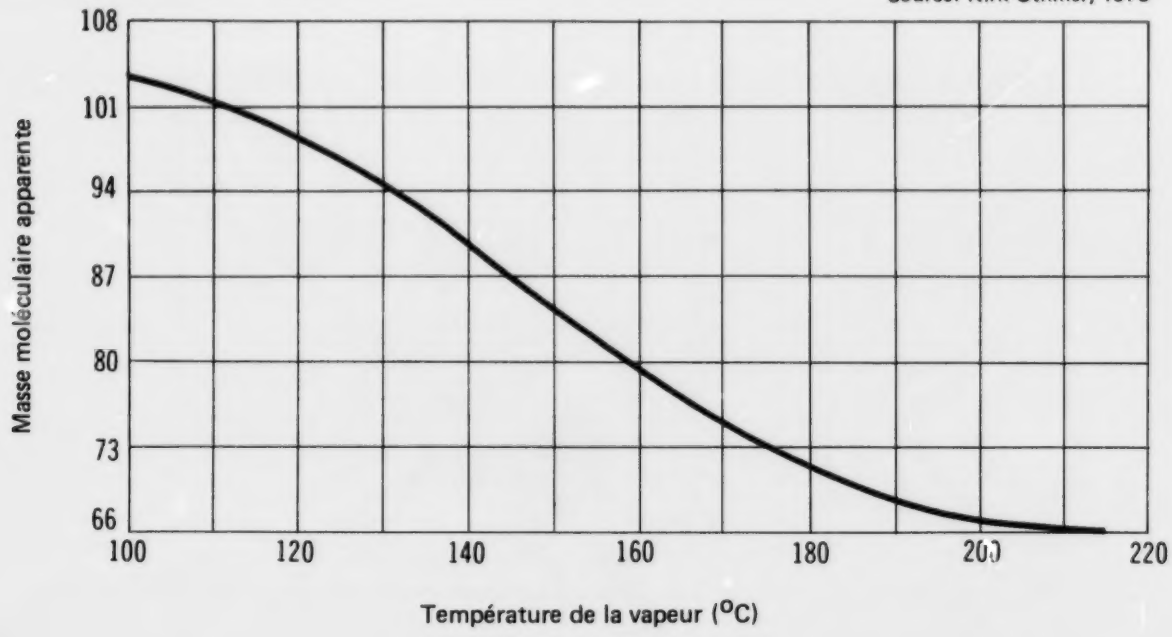


Figure 3

ACIDE ACÉTIQUE — **POINTS DE CONGÉLATION DES SOLUTIONS**

Source: Ullmann, 1975

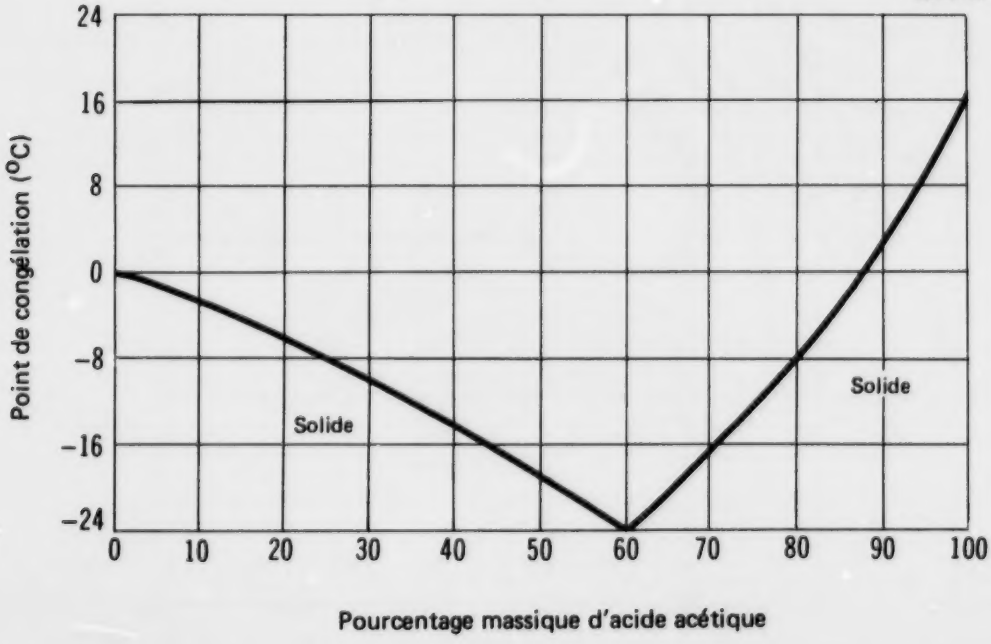


Figure 4

ACIDE ACÉTIQUE — MASSE VOLUMIQUE DES SOLUTIONS

Source: Ullmann, 1975; PPH, 1984

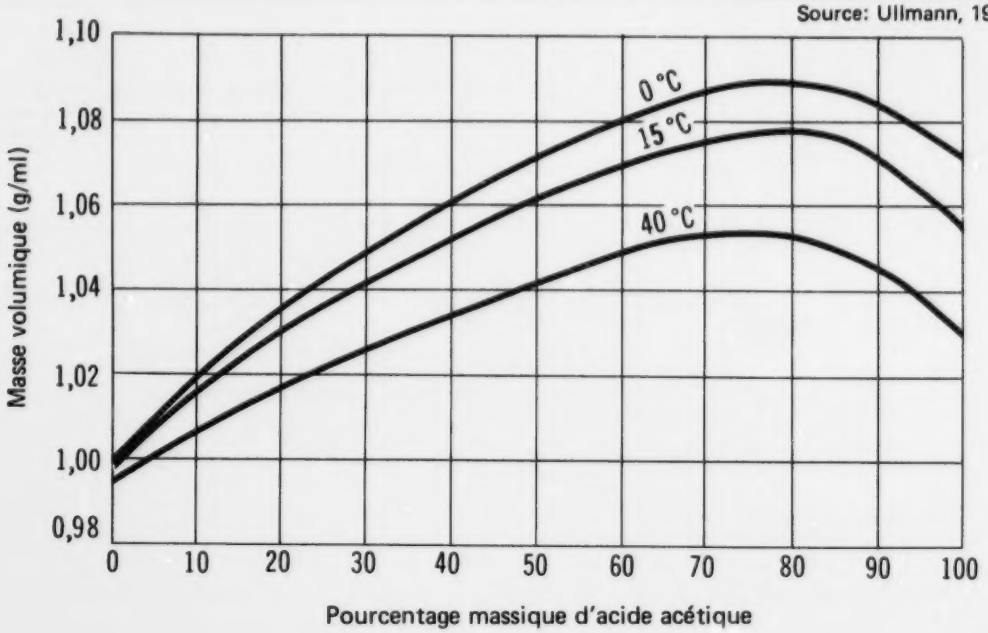


Figure 5

ACIDE ACÉTIQUE — VISCOSITÉ DES SOLUTIONS

Source: PPH, 1984

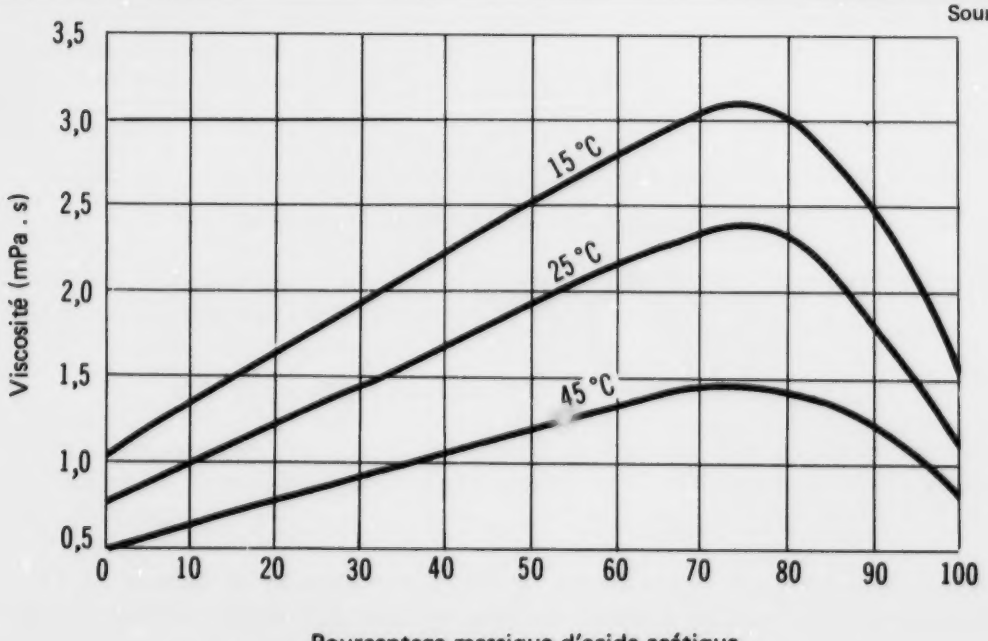
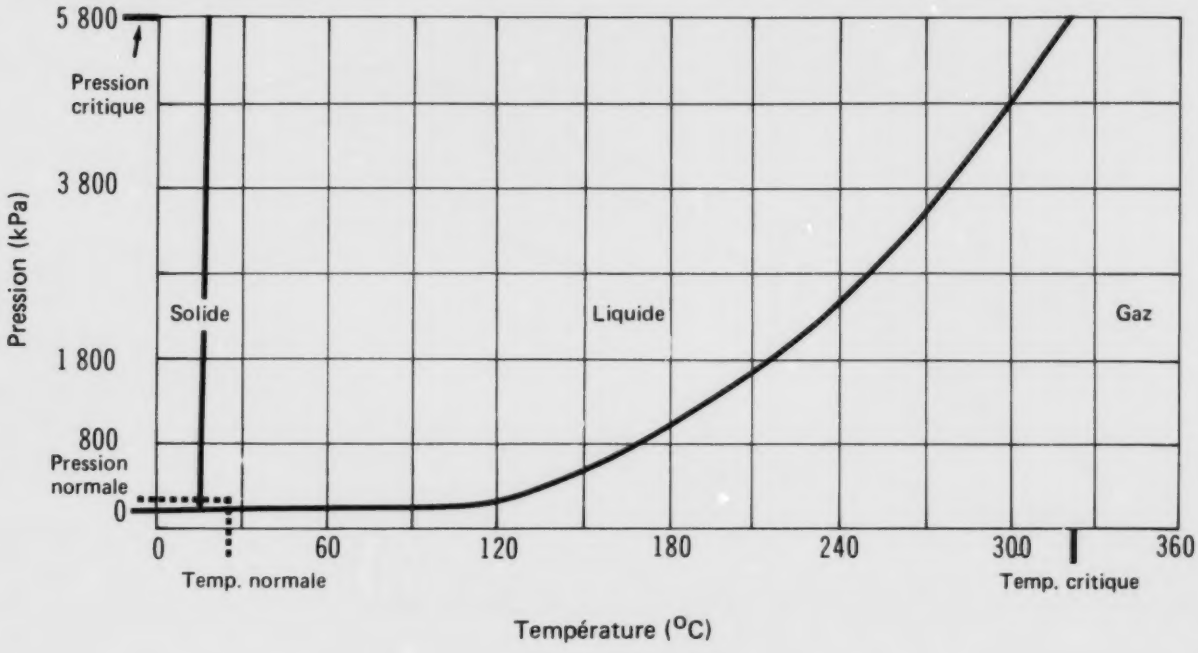


Figure 6

ACIDE ACÉTIQUE — **DIAGRAMME DE PHASES**



3 PRODUCTION, TRANSPORT ET COMMERCE

3.1 Qualités et titres des produits (Celanese PB, 1976; DPIMR, 1983)

L'acide acétique glacial peut titrer 99,5 à 99,85 p. 100 d'acide. La qualité technique s'obtient en solutions titrant 28, 56, 70, 80 et 92 p. 100 d'acide.

3.2 Fabricants situés au Canada (CBG, 1980; Scott, 1979)

Celanese Canada Inc., 800, boul. Dorchester Ouest, Montréal (Québec), H3C 3K8, (514) 878-1581

3.3 Autres fournisseurs (Corpus, 1983; CBG, 1980)

Henkel Chemicals Canada Ltd., 9550, rue Lawson, Anjou (Québec), H1J 1L3, (514) 353-7550
Kingsley and Keith (Canada) Ltd., Four Season's Court, C.P. 555, Etobicoke (Ontario), M9C 5B1, (416) 626-8383
Ternachem Inc., 310, avenue Victoria, suite 101, Montréal (Québec), H3Z 2M9, (514) 487-2286

3.4 Centre de production et transport

Le centre de production nationale d'acide acétique est Edmonton. Le transport se fait en petites quantités dans tous le pays.

3.5 Volume de production (Corpus, 1983)

Société, emplacement de l'usine	Capacité nominale de production (kt/an) (1982)
Celanese Canada, Edmonton	72,5
Production nationale (1982)	64,0
Importations (1982)	0,4
Total	64,4

3.6 Développement de l'industrie (Corpus, 1983; CCP, 1981)

Celanese Canada prévoit achever la construction d'une usine d'acide acétique d'une capacité de 290 kt/an, à Edmonton, à la fin des années 1980.

3.7 Fabrication industrielle (FKC, 1975; Kirk-Othmer, 1978)

3.7.1 Information générale. – L'acide acétique s'obtient par oxydation du butane en phase liquide. On prévoit construire une grosse usine où l'on utilisera un procédé de carboxylation du méthanol.

3.7.2 Procédé de fabrication. – Le butane est acheminé vers un réacteur sous pression (1000 à 5500 kPa, 50-250 °C), avec une solution d'acétate de chrome, de manganèse ou de cobalt. On fait barboter dans cette solution de l'air à raison de 5 kg par kg de butane:

$$C_4H_{10} \xrightarrow{[O]} CH_3CO_2H + \text{des sous-produits (autres acides, aldéhydes et oxydes de carbone)}$$

Le rendement de la réaction est d'environ 75 p. 100.

L'azote quittant le réacteur entraîne les produits de l'oxydation et le butane qui sont condensés puis fractionnés.

On prévoit augmenter la capacité de production; on utilisera du méthanol et du monoxyde de carbone comme réactifs dans un procédé de carboxylation du méthanol, en présence d'un catalyseur iodé (iodure de nickel, ou cuivre ou cobalt et iode, etc.):

$$CH_3OH + CO \xrightarrow{\text{catalyseur}} CH_3CO_2H$$

3.8 **Principales utilisations au Canada** (Corpus, 1983)

L'acide acétique sert à la fabrication de l'acétate de cellulose, de l'acétate de vinyle, de divers autres acétates, de l'acide chloracétique, au traitement des textiles et à la fabrication de produits photochimiques. En 1982, 33 p. 100 de la production nationale servaient à la fabrication de l'acétate de vinyle, 29 p. 100 étaient exportés, et 26 p. 100 servaient à la fabrication de l'acétate de cellulose.

3.9 **Principaux acheteurs au Canada** (Corpus, 1983)

Allied Chemical, Montréal
Arliss Chemical, Montréal
C-I-L, Willowdale (Ontario)
Canada Colors & Chemicals, Toronto
Christie Chemical, Montréal
Harrison & Crosfield, Winnipeg
Shefford Chemicals, Granby
Signal Chemicals, Toronto
Stanchem, Montréal
Uniroyal Chemical, Edmonton
Van Waters & Rogers, Vancouver

4 MANUTENTION DU PRODUIT ET COMPATIBILITÉ

4.1 Citernes et autres récipients d'expédition

4.1.1 Transport en vrac. – L'acide acétique, glacial ou en solution, est expédié en vrac par wagons-citernes et véhicules-citernes spéciaux.

4.1.1.1 Wagons-citernes. – Les modèles sont indiqués au tableau 2. Pour l'acide glacial, on utilise habituellement le modèle de spécification 111A60ALW1, montré à la figure 7. Le tableau 3 en donne les caractéristiques (TCM, 1979; RTDCR, 1974). Le déchargement se fait par le haut, l'acide étant chassé par de l'air comprimé, ou par le bas, au moyen d'une pompe. Dans le premier cas, on utilise un conduit qui plonge de la plate-forme supérieure, où il est relié à un raccord de déchargement de 51 mm (2 po), jusqu'au fond du réservoir. L'air, à 103 kPa (15 lb/po^2), arrive par un raccord de 25 mm (1 po) (MCA, 1951). Des serpentins de chauffage extérieurs et une isolation de fibre de verre peuvent être nécessaires pour empêcher l'acide glacial de geler aux températures hivernales ordinaires. À noter que les citernes en aluminium servent habituellement au transport de l'acide acétique glacial et les citernes en acier à celui de l'acide titrant 90 p. 100 ou moins (Celanese MSDS, 1978).

4.1.1.2 Véhicules-citernes. – La capacité des citernes varie de 14 900 à 22 500 litres (3300 à 5000 gal) (Celanese MSDS, 1978). Comme dans le cas des wagons-citernes, on les décharge par le haut, le tube plongeur se rendant jusqu'à l'arrière de la citerne. On se sert d'air comprimé, qui arrive habituellement par un raccord fileté mâle d'un diamètre de 25 mm (1 po) situé au haut de la remorque et dans lequel la pression ne dépasse pas 103 kPa (15 lb/po^2). Les citernes sont isolées et sont dotées de serpentins de chauffage extérieurs (MCA, 1951).

Les véhicules-citernes utilisés ne font pas l'objet de spécifications de Transports Canada. Les solutions d'acide acétique ne sont pas transportées sous pression. Les citernes doivent être éprouvées à une pression d'au moins 155 kPa (22 lb/po^2), ce qui permet de comprimer l'air à 103 kPa (15 lb/po^2) durant le déchargement par le haut. La pression de service maximale pour une citerne est de 103 kPa.

4.1.2 Emballages. – L'acide acétique peut être transporté dans des fûts fabriqués de divers matériaux. Le tableau 4 indique les catégories de fûts qui conviennent (TDGC, 1980). On se sert aussi de bonbonnes en verre protégées (avec harasse) ou possédant un emballage extérieur en polyéthylène expansé.

Tableau 2
Wagons-citernes de spécifications 111A60ALW1, 111A100W6, 103ALW,103DW

Spécification CCT/DOT	Description
111A60ALW1	Citerne en aluminium soudé par fusion, sans dôme, isolée ou non. Marge de remplissage minimale: 2 p. 100. Indicateur de niveau. Orifice de purge ou de déchargement par le bas facultatif. Soupape de sûreté (242 kPa) (35 lb/po^2) ou évent de sûreté (414 kPa) (60 lb/po^2).

111A100W6	Citerne en acier allié (inoxydable) soudé par fusion, sans dôme, isolée ou non. Indicateur de niveau. Organes de déchargement par le haut exigés. Orifice de purge ou de déchargement par le bas interdit. Pression d'épreuve: 690 kPa (100 lb/po^2).
103ALW	Citerne d'aluminium soudé par fusion, avec dôme, isolée ou non. Dôme: 2 p. 100. Vanne de sûreté (242 kPa) (35 lb/po^2) ou évent de sûreté (414 kPa) (60 lb/po^2). Orifice de purge ou de déchargement par le bas facultatif.
103DW	Citerne d'acier inoxydable soudé par fusion, avec dôme, isolée ou non. Dôme: 2 p. 100. Soupape de sûreté (242 kPa) (35 lb/po^2) ou évent de sûreté (414 kPa) (60 lb/po^2).

4.2 Déchargement

4.2.1 Matériel et procédés de déchargement des wagons-citernes. – Avant de procéder au déchargement, il importe de prendre les précautions suivantes (MCA, 1960):

- S'assurer que le réservoir de stockage mis à l'air libre peut recevoir tout le contenu du wagon-citerne;
- Si le déchargement se fait la nuit, les dispositifs d'éclairage doivent être anti-déflagrants;
- Les employés ne doivent en aucun cas pénétrer dans la citerne;
- Les freins doivent être serrés et les roues, calées; les dérailleurs doivent être en place et les écriteaux d'avertissement, installés;
- Le poste de déchargement doit être doté d'un quai de service offrant toutes les conditions de sécurité.

Pour le déchargement au moyen d'air comprimé procéder comme suit (MCA, 1951):

- Par temps froid, raccorder les serpentins à vapeur (fig. 7) au conduit de vapeur vive. La pression ne doit pas dépasser 1035 kPa (150 lb/po^2). Les évents doivent être ouverts avant l'apport de chaleur;
- Raccorder la conduite de déchargement de 51 mm (2 po) à l'orifice de déchargement, puis la conduite d'alimentation en air comprimé de 25 mm (1 po). Il faut abaisser la pression d'air à 103 kPa (15 lb/po^2) pour le déchargement. La conduite d'air comprimé doit être munie d'une soupape de sûreté réglée à 121 kPa (17,5 lb/po^2);
- Après avoir ouvert le robinet d'air comprimé, on peut ouvrir celui de la conduite de déchargement;
- Lorsque la citerne est vide, fermer le robinet d'air comprimé et ouvrir la soupape de sûreté de la conduite d'air pour faire descendre la pression intérieure de la conduite à la pression atmosphérique;
- Pour fermer le wagon-citerne, suivre dans l'ordre inverse les étapes qui précèdent.

Pour le déchargement par le bas, procéder comme suit (MCA, 1951):

- Raccorder la conduite de vapeur vive à l'orifice de déchargement par le bas (fig. 7);
- S'assurer que les évents sont en état de fonctionner;
- Commencer le pompage.

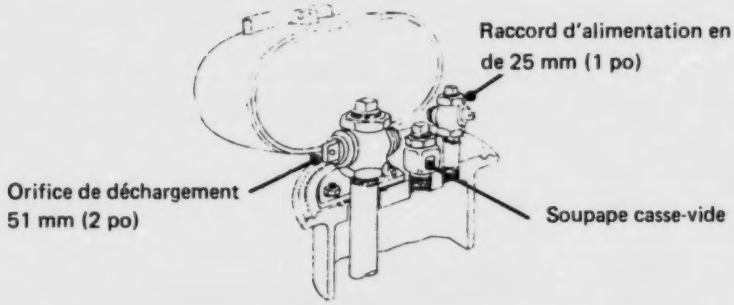
4.2.2 Équipement et opérations de déchargement des véhicules-citernes. – Ce sont les mêmes que pour le déchargement des wagons-citernes; dans les deux cas, les règles générales s'appliquent également.

Figure 7

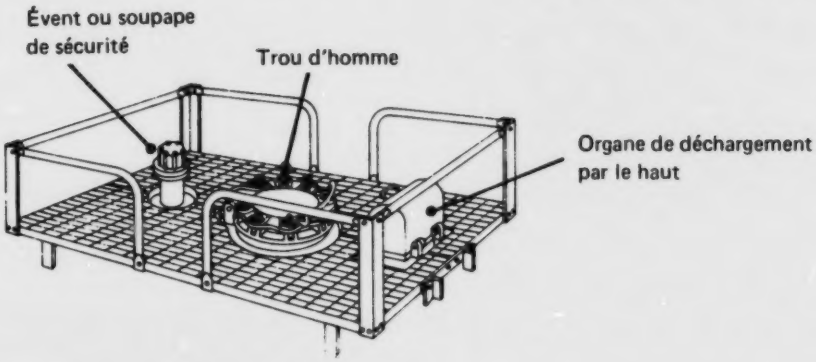
ACIDE ACÉTIQUE

WAGON-CITERNE DE SPÉCIFICATION 111A60ALW1

(Sources: TCM, 1979; RTDCR, 1974)



Détail des organes de déchargement par le haut



Détail de la plate-forme

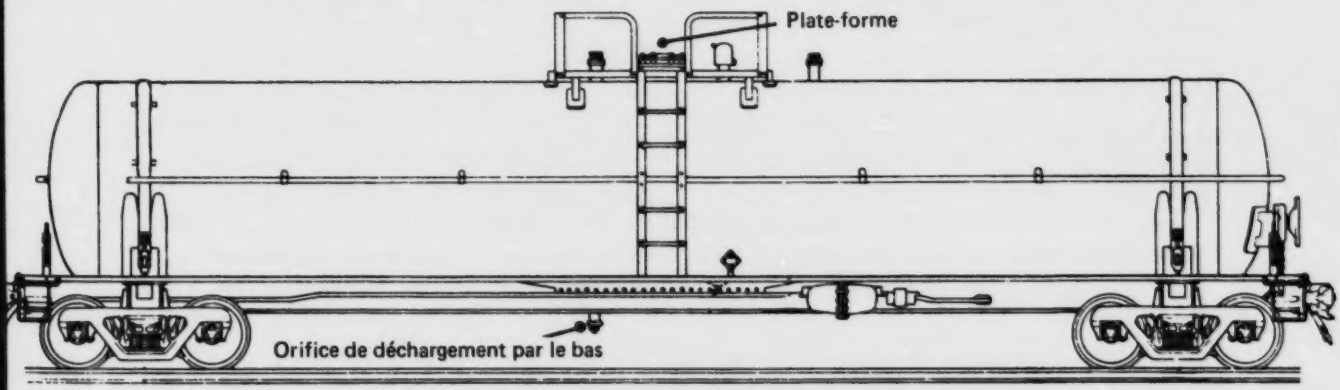


Tableau 3
Caractéristiques du wagon-citerne de spécification 111A60ALW1
(TCM, 1979; RTDCR, 1974)

Description	Capacité nominale de la citerne (gal imp.)		
	16 700	17 200	20 000
Structure			
Capacité nominale	75 700 l (16 700 gal)	78 000 l (17 200 gal)	90 900 l (20 000 gal)
Tare (poids à vide)	33 900 kg (74 700 lb)	33 900 kg (74 700 lb)	38 900 kg (85 800 lb)
Masse brute maximale	119 000 kg (263 000 lb)	83 500 kg (184 000 lb)	119 000 kg (263 000 lb)
Citerne			
Matériau	Aluminium	Aluminium	Aluminium
Épaisseur	11,1 mm (7/16 po)	11,1 mm (7/16 po)	11,1 mm (7/16 po)
Diamètre intérieur	2,60 m (102 po)	2,62 m (103 po)	2,74 m (108 po)
Pression d'épreuve	414 kPa (60 psi)	414 kPa (60 psi)	414 kPa (60 psi)
Pression d'éclatement	1640 kPa (240 psi)	1640 kPa (240 psi)	1640 kPa (240 psi)
Dimensions approximatives			
Longueur avec organes d'attelage	17 m (57 pi)	17 m (57 pi)	18 m (60 pi)
Longueur avec pylônes de choc	16 m (53 pi)	16 m (53 pi)	17 m (57 pi)
Longueur entre pivots de bogie	13 m (42 pi)	13 m (42 pi)	14 m (45 pi)
Hauteur au sommet du caillebotis	4 m (12 pi)	4 m (12 pi)	4 m (12 pi)
Hauteur hors-tout	5 m (15 pi)	5 m (15 pi)	5 m (15 pi)
Largeur hors-tout (avec poignées)	3,2 m (127 po)	3,2 m (127 po)	3,2 m (127 po)
Longueur du caillebotis	2-3 m (8-10 pi)	2-3 m (8-10 pi)	2-3 m (8-10 pi)
Largeur du caillebotis	1,5-2 m (5-6 pi)	1,5-2 m (5-6 pi)	1,5-2 m (5-6 pi)
Déchargement par le haut			
Raccord de déchargement	51 mm (2 po)	51 mm (2 po)	51 mm (2 po)
Orifice de remplissage/ trou d'homme	203-356 mm (8-14 po)	203-356 mm (8-14 po)	203-356 mm (8-14 po)
Raccord d'arrivée d'air	25-51 mm (1-2 po)	25-51 mm (1-2 po)	25-51 mm (1-2 po)
Déchargement par le bas			
Orifice de déchargement par le bas	102-152 mm (4-6 po)	102-152 mm (4-6 po)	102-152 mm (4-6 po)
Dispositifs de sécurité	Évent ou soupape de sécurité	Évent ou soupape de sécurité	Évent ou soupape de sécurité
Dôme	Aucun	Aucun	Aucun
Isolation	Facultative	Facultative	Facultative

Tableau 4

Caractéristiques des fûts utilisés pour le transport de l'acide acétique

Catégorie	Code	Description	Figure
Acier	1A1	Dessus non amovible; réutilisable	8
	1A1A	1A1 avec rebords renforcés	8
	1A1B	1A1 avec collerette de fermeture soudée	8
	1A1C	1A1 plombé	8
	1A1D	1A1 avec revêtement intérieur (autre que le plomb)	8
	1A3	Dessus non amovible; non réutilisable	8
Plastique	1H1	Dessus non amovible. Contenance de 250 litres (55 gal). Masse nette maximale de 400 kg (880 lb).	
Fût en acier avec récipient intérieur en matière plastique	6HA1	Tôle extérieure en acier en forme de fût. Récipient intérieur en matière plastique. Contenance de 225 litres (49 gal).	
Monel*	TC5M		
Nickel	TC5K	Semblable au fût en monel, mais en nickel seulement.	

* Voir section 4.3.

4.2.3 Matériaux de fabrication des organes de déchargement et spécifications. – Les matériaux et les spécifications des pièces des organes de déchargement dont il sera question sont ceux qui prévalent généralement. Comme il est indiqué dans le tableau 5, d'autres matériaux peuvent servir à des fins particulières.

Pour l'acide acétique glacial, on recommande des joints soudés et des conduites de nomenclature (ou série) 40 en alliage 316 d'acier inoxydable ou en aluminium. Pour les solutions diluées, l'aluminium n'est pas recommandé. On devrait utiliser des raccords à bride, qu'on devrait souder, car les filetages tendent à fuir (MCA, 1951). La conduite de déchargement devrait être d'un diamètre de 51 mm (2 po), l'ouverture standard sur les wagons-citernes; cependant, la conduite de l'usine peut être de presque toutes les grosseurs, bien que l'on ne recommande pas les diamètres inférieurs à 25 mm (1 po). Les conduites extérieures doivent être à purge automatique et peuvent être isolées, selon le titre de l'acide. Le traçage à la vapeur de ces conduites peut se faire au moyen de conduits de cuivre ou d'acier de 9 ou de 13 mm (3/8 ou 1/2 po) noyés dans l'isolant (MCA, 1951).

Aux postes de déchargement, on peut se servir de conduites en acier inoxydable et de joints articulés pour tenir lieu de conduite flexible. Le joint tournant à roulement à billes ou le simple joint à presses-étoupe donneront des résultats satisfaisants, si leur entretien est adéquat.

Des robinets à membrane, en fonte ou en acier coulé, à revêtement de résine de chlorure de polyvinylidène, donneront de bons résultats (DPLV, 1972). Pour les autres matériaux utilisables, consulter le tableau 5.

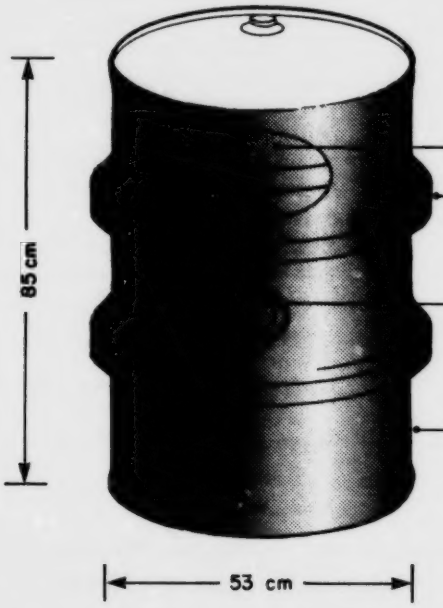
Pour le pompage, on recommande une pompe centrifuge aspirante à une ouïe, dont l'extrémité d'admission est en acier inox 316 et dont le carter est en fonte à haute teneur en silicium (MCA, 1951). Pour le garnissage, le téflon est satisfaisant.

Les réservoirs de stockage, surtout s'ils sont extérieurs, devraient être isolés et dotés de serpentins à vapeur pour empêcher la congélation de l'acide (MCA, 1951).

Figure 8

ACIDE ACÉTIQUE — **FÛTS TYPES**

Fût en monel



Étiquette d'identification

Joncs de roulage faits de caoutchouc naturel solide et flexible

Diamètre maximal de l'orifice de 59 mm

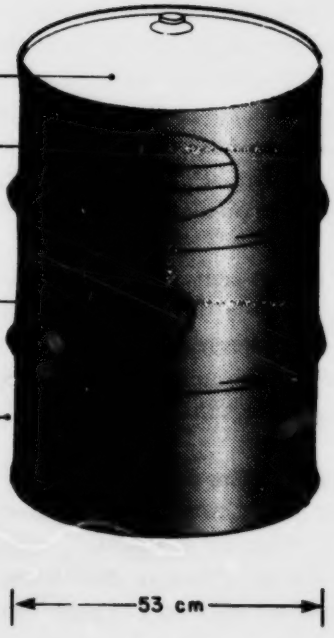
Corps et dessus fabriqués en monel de 10 mm d'épaisseur

Capacité maximale de 220 l

Fût en acier

Revêtement intérieur en plomb d'au moins 2,4 mm pour la catégorie 1A1C

Étiquette d'identification



Diamètre maximal de l'orifice de 70 mm

Corps et dessus fabriqués en acier laminé

Capacité maximale de 250 l

Masse nette maximale : 400 kg

4.3 Compatibilité entre le produit et certains matériaux

Le tableau 5 porte sur la compatibilité entre l'acide acétique et certains matériaux de fabrication. Les termes utilisés pour évaluer les matériaux sont définis ci-dessous:

Recommandé: donne satisfaction dans l'utilisation présente;

Réserves: se détériore dans l'utilisation présente; approprié dans le cas d'une utilisation intermittente ou de courte durée;

Déconseillé: se détériore rapidement dans l'utilisation présente; ne devrait jamais être utilisé.

Tableau 5
Compatibilité de l'acide acétique et de certains matériaux de fabrication

Utilisation	Titre	Temp. (°C)	Recommandé	Réserves	Déconseillé
1. Conduites et raccords	10 p. 100	66	PVDC (DCRG, 1978)		
		93	Polypropylène (DCRG, 1978)		
		107	PVDF (DCRG, 1978)		
		121	Polyéther chloré (DCRG, 1978)		
	Jusqu'à 20 p. 100	23			Acrylonitrile-butadiène-styrène (DPPED, 1967)
		24	Acrylonitrile-butadiène-styrène* (MWPP, 1978)		
		49	Polyéthylène (DPPED, 1967)		
		60	PVC I, PVC II (DPPED, 1967)		
		Jusqu'à la limite de tolérance du matériau	PVC I, polyéthylène (MWPP, 1978)		
	Glacial				Polyéthylène (MWPP, 1978)
		23		PVC I (DPPED, 1967)	PVC II (DPPED, 1967)
		24	PVC I* (MWPP, 1978)		
		49			PVC I (DPPED, 1967)
		52	PVDC (DCRG, 1978)		
		66	PVDF (DCRG, 1978)		
		93	Polypropylène (DCRG, 1978)		
		121	Polyéther chloré (DCRG, 1978)		
2. Robinetterie	Tous	21	Acier inox J-20, acier inox 316 (JSSV, 1979)		
	Glacial	En ébullition	Acier inox J-20, acier inox 316 (JSSV, 1979)		
3. Pompes	10 p. 100 Glacial	82	GRP avec joint torique en PTFE		
	Dilué	Froid	Fer pur, acier inox 304, acier inox 316, fonte à haute teneur en silicium (HIS, 1969)		

Tableau 5 (suite)

Utilisation	Titre	Temp. (°C)	Recommandé	Réserves	Déconseillé
	Fort	En ébullition	Acier inox 316, fonte à haute teneur en silicium (HIS, 1969)		
4. Réservoir de stockage	< 90 p. 100	La plupart	Aluminium		
	Tous	La plupart	Acier inox 316, acier inox 317, acier inox 318, acier au carbone revêtu de verre (MCA, 1951)		
5. Autres	5 à 10 p. 100	20	Acier inox 302, acier inox 304, acier inox 316, acier inox 410, acier inox 430 (ASS)		
	10 p. 100	22	CPVC (TPS, 1978)		
		60	PVC (TPS, 1978)		
		82	Polypropylène (TPS, 1978)		
		85		CPVC (TPS, 1978)	
	Jusqu'à 25 p. 100	40	uPVC, polyéthylène, caoutchouc naturel*, butylcaoutchouc*, EPDM, polyéthylène chlorosulfoné (GF)	POM, polychloroprène* (GF)	Caoutchouc nitrile-butadiène, FPM (GF)
	Dilué		Silicium (GPP)		SBR, caoutchouc naturel, CR, butylcaoutchouc, polyéthylène chlorosulfoné (GPP)
	Glacial	20	Acier inox 302, acier inox 304, acier inox 316 (ASS), polyéthylène, polypropylène, butylcaoutchouc, EPDM (GF)	uPVC, caoutchouc naturel*, polychloroprène* (GF)	Acier inox 410 (ASS), POM, caoutchouc nitrile-butadiène, FPM, polyéthylène chlorosulfoné (GF)
		22			PVC, CPVC (TPS, 1978)
		49	Polypropylène (TPS, 1978)		
		66	PVDF (TPS, 1978)	Polypropylène (TPS, 1978)	
		60	Butylcaoutchouc*, EPDM (GF)	Polyéthylène, polypropylène, caoutchouc naturel (GF)	uPVC, POM, caoutchouc nitrile-butadiène, caoutchouc naturel, FPM, polyéthylène chlorosulfoné (GF)

Tableau 5 (suite)

Utilisation	Titre	Temp. (°C)	Recommandé	Réserves	Déconseillé
		En ébullition			Acier inox 302, acier inox 304, acier inox 316, acier inox 430 (ASS)
		121	EPDM (GPP)		PVDF (TPS, 1978) Caoutchouc naturel, SBR, polychloroprène, caoutchouc nitrile-butadiène, polyéthylène chlorosulfoné, butyl-caoutchouc (GPP)

* Une autre source attribue au matériau un rendement inférieur à celui qui est indiqué ici.

CPVC: chlorure de polyvinyle chloré; CR: polychloroprène; EPDM: terpolymère d'éthylène-propylène-diène; FPM: caoutchouc fluoré; POM: polyoxyméthylène; PVC: chlorure de polyvinyle; PVDC: polychlorure de vinylidène; PVDF: polyfluorure de vinylidène; PTFE: polytétrafluoréthylène; uPVC: chlorure de polyvinyle non plastifié.

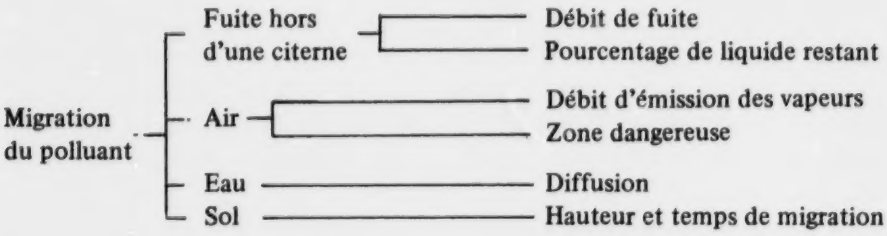
5 FUITE ET MIGRATION DU PRODUIT

5.1 Aperçu général

L'acide acétique est transporté en solutions ou pur (glacial). Répandu dans l'eau, il se mélange rapidement dans tous les cas; la chaleur alors libérée peut produire un dégagement notable de vapeurs. Répandu sur le sol, le liquide s'étale en surface et y pénètre à une vitesse qui dépend du type de sol et de sa teneur en eau. La migration du liquide vers la nappe phréatique peut causer une pollution.

L'acide acétique est un liquide relativement peu volatil; toutefois, les vapeurs qui se libèrent de la surface du liquide répandu sur le sol constituent une menace pour l'environnement.

Voici les facteurs à prendre en considération lorsqu'il y a migration du polluant dans l'eau ou le sol.



À cause du caractère approximatif des calculs dans le domaine de la migration des polluants, la méthode adoptée consiste à utiliser des estimations prudentes des paramètres critiques dans le but d'établir des prévisions qui reflètent le plus fidèlement possible les pires scénarios. En suivant cette méthode, il se peut que l'on doive poser des hypothèses différentes pour chaque milieu. Cette méthode permet donc de comparer le comportement de différents produits chimiques selon les pires scénarios à partir d'hypothèses compatibles avec chaque milieu.

5.2 Fuite du produit

5.2.1 Introduction. – L'acide acétique est généralement transporté dans des wagons-citernes qui ne sont pas sous pression. Les modèles de wagons-citernes varient beaucoup, de sorte que nous avons dû en choisir un en particulier pour établir les nomogrammes de la fuite. Le modèle choisi a un diamètre de 2,75 m, une longueur de 13,4 m et peut contenir environ 80 000 l.

S'il y a rupture, au-dessous du niveau du liquide, de la paroi de la citerne remplie d'acide acétique, tout le liquide s'écoulera sous l'action de la pesanteur. Grâce aux nomogrammes, on pourra calculer la quantité de liquide restant dans la citerne ainsi que le débit de fuite du liquide, à mesure que le temps s'écoulera. Comme les citernes ne sont pas sous pression et comme le produit est peu volatil, aucun nomogramme n'a été élaboré sur la fuite éventuelle de vapeurs par un orifice qui serait situé au-dessus du niveau du liquide.

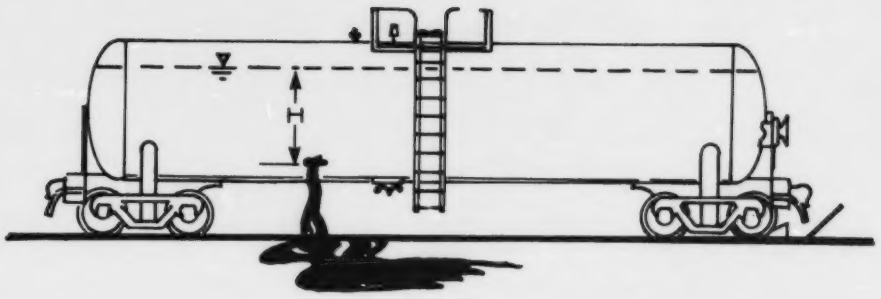


Figure 9 WAGON-CITERNE PERFORÉ AU-DESSOUS DU NIVEAU DU LIQUIDE

5.2.2 Nomogrammes des fuites

5.2.2.1 Pourcentage de liquide restant en fonction du temps écoulé. – La figure 10 permet d'évaluer le pourcentage de liquide restant dans un wagon-citerne standard en fonction du temps écoulé depuis le moment de la rupture et en fonction d'un certain nombre de diamètres de l'orifice. Ces diamètres sont des diamètres équivalents et valent pour des orifices de toutes formes.

On suppose que le wagon-citerne type contient 80 000 litres de liquide et qu'il est plein au moment de la rupture. Le volume de liquide restant, après un temps t écoulé donné, n'est pas seulement fonction du débit de fuite, mais aussi de la taille et de la forme du wagon-citerne.

5.2.2.2 Débit de fuite en fonction du temps écoulé. – La figure 11 permet d'évaluer à tout instant le débit de fuite après un temps t écoulé donné, en fonction de diamètres équivalents donnés. Le nomogramme ne vaut que pour un wagon-citerne dont le contenu initial est de 80 000 litres.

5.2.3 Exemples de calcul

PROBLÈME A

Il y a eu perforation de la paroi d'un wagon-citerne type rempli d'acide acétique. L'orifice est situé dans le bas de la citerne. Son diamètre équivalent est de 150 mm. Quel pourcentage du volume initial de 80 000 l représente le volume de liquide restant après 10 minutes? Solution (voir figure 10): si t = 10 mn et D = 150 mm, le volume de liquide restant représente 36 p. 100 (soit 28 800 l) du volume initial.

PROBLÈME B

Les données du problème B étant les mêmes que celles du problème A, quel est le débit instantané après 10 minutes d'écoulement? Solution (voir figure 11): si t = 10 mn et D = 150 mm, le débit instantané q = 70 l/s.

5.3 Diffusion dans l'atmosphère

5.3.1 Introduction. – Comme l'acide acétique est un liquide relativement peu volatil, un dégagement de vapeurs dans l'atmosphère à partir d'un orifice dans la paroi d'une citerne ne

Figure 10

ACIDE ACÉTIQUE

POURCENTAGE DE LIQUIDE RESTANT EN FONCTION DU TEMPS ÉCOULÉ

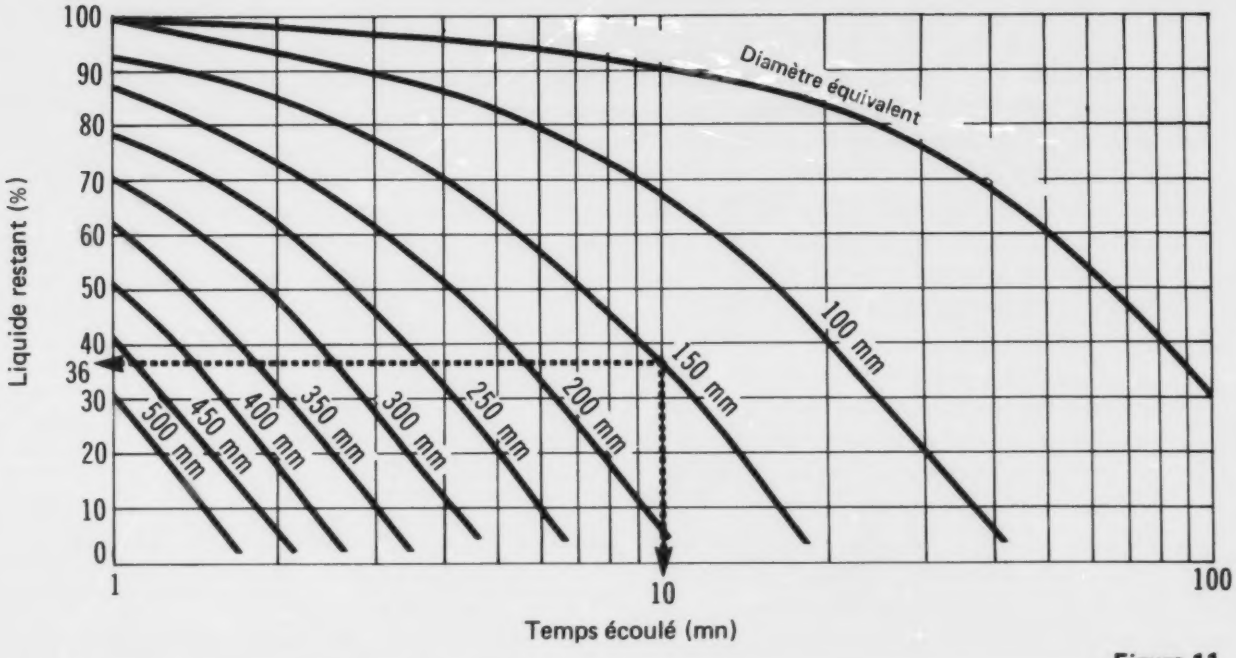
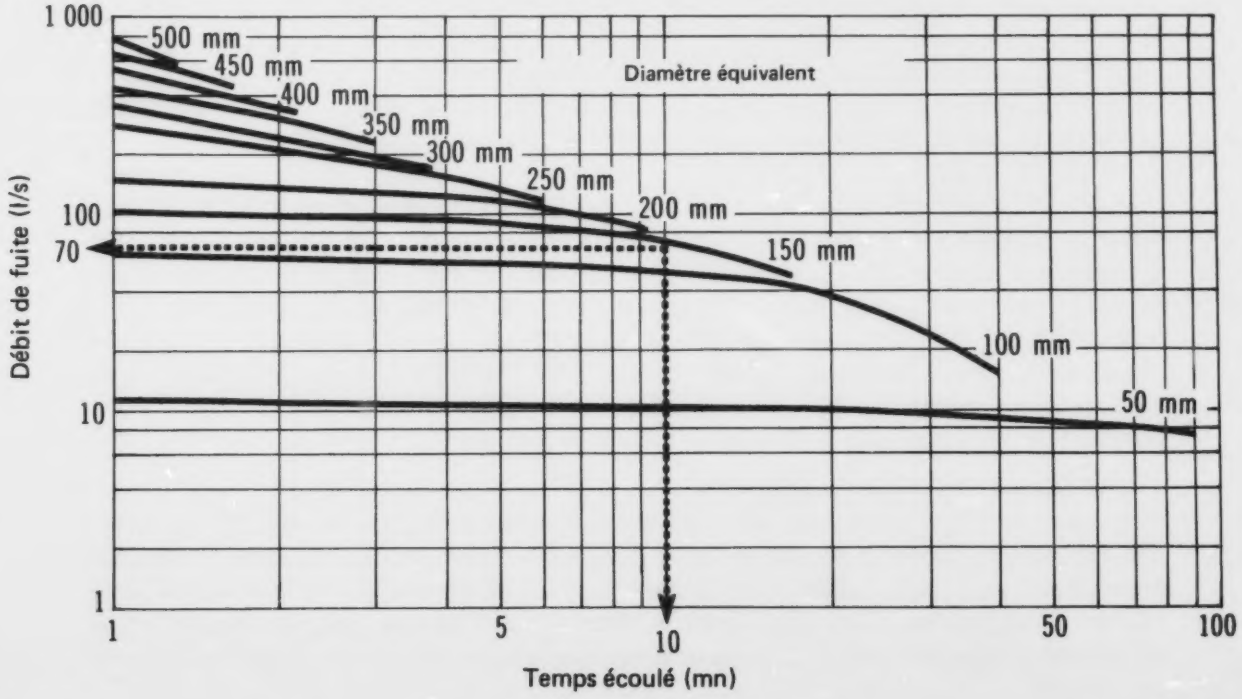


Figure 11

ACIDE ACÉTIQUE

DÉBIT DE FUITE EN FONCTION DU TEMPS ÉCOULÉ



présente aucun danger important du côté sous le vent. Il ne sera question dans le présent ouvrage que des vapeurs dégagées à partir d'une nappe de liquide répandu sur le sol ou à la surface de l'eau.

Pour évaluer les teneurs en polluant du côté sous le vent par rapport au lieu de l'accident et déterminer la zone dangereuse sur le plan de la toxicité ou de l'inflammabilité, il faut modéliser le transport et la diffusion (turbulente) dans l'atmosphère des vapeurs. Les modèles utilisés supposent une répartition gaussienne des teneurs au sein du panache; ce sont les plus répandus pour la prévision des teneurs en polluants. (Le lecteur trouvera de plus amples renseignements à ce sujet dans le *Manuel d'introduction Enviroguide*.)

La figure 12 schématise la diffusion d'un panache polluant émis en continu par une aire source. Le modèle de diffusion assimile l'aire source, soit la nappe de liquide, à un point source théorique (possédant le même débit d'émission de vapeurs q), situé en amont, à une distance équivalant à dix fois le rayon de la nappe.

5.3.2 Nomogrammes de la diffusion du panache de vapeurs. – Les nomogrammes de la diffusion atmosphérique du panache servent à déterminer la zone dangereuse sur le plan de la toxicité et de l'inflammabilité. Les nomogrammes, figures et tableaux présentés ci-dessous apparaissent dans l'ordre dans lequel ils doivent être utilisés, comme le lecteur pourra s'en rendre compte dans les pages qui suivent.

Figure 14 Débit d'émission des vapeurs se dégageant d'une nappe liquide, calculé en fonction du rayon maximal de la nappe

Tableau 6 Catégories météorologiques (de stabilité)

Figure 15 Teneur uniformisée en vapeurs, calculée en fonction d'une distance donnée sous le vent et pour différentes catégories météorologiques

Tableau 7 Demi-largeur maximale du panache dangereux

Figure 18 Distance parcourue par le panache, calculée en fonction du temps écoulé depuis le déversement et pour différentes vitesses de vent

La figure 13 indique les étapes à suivre dans le calcul de la diffusion des vapeurs et dans le choix des nomogrammes et des tableaux à utiliser. En fait, ce sont les étapes encadrées par un pointillé qui servent dans la présente section. (Les données relatives au volume total de liquide déversé figurent à la section 5.2.) Le lecteur trouvera dans les paragraphes qui suivent l'information relative à chacun des nomogrammes de la diffusion et à son utilisation.

5.3.2.1 Débit d'émission des vapeurs en fonction du rayon de la nappe et de la température. – Le *Manuel d'introduction Enviroguide* fournit des équations sur la vitesse d'évaporation permettant de calculer la vitesse d'évaporation propre à l'acide acétique. À une température de 20 °C et sous un vent dont la vitesse est de 4,5 m/s (16,1 km/h), cette vitesse est de 0,24 g/(m^2 . s). D'autres vitesses ont été calculées à l'aide d'une équation qui, pour un vent donné, tient compte de la température ambiante et de la tension de vapeur du produit (Perry, 1973) à cette température. Ainsi, pour un vent dont la vitesse est de 4,5 m/s, la vitesse d'évaporation est de 0,077 g/m^2 . s à 0 °C, alors qu'elle est de 0,42 g/m^2 . s à 30 °C.

UTILISATION DU NOMOGRAMME

Pour une nappe de rayon connu, le débit q d'émission des vapeurs dans l'atmosphère à une température donnée peut être évalué à l'aide de la figure 14. Les segments continus des droites représentent des quantités déversées allant de 0,05 à 84 tonnes, ce dernier chiffre correspondant à peu près au volume type de 80 000 litres (17 600 gal imp.) contenu dans un wagon-citerne chargé d'acide acétique. Le lecteur notera que la figure 14 vaut pour une vitesse du vent

Figure 12

ACIDE ACÉTIQUE — **FORMATION D'UN PANACHE DE VAPEURS**

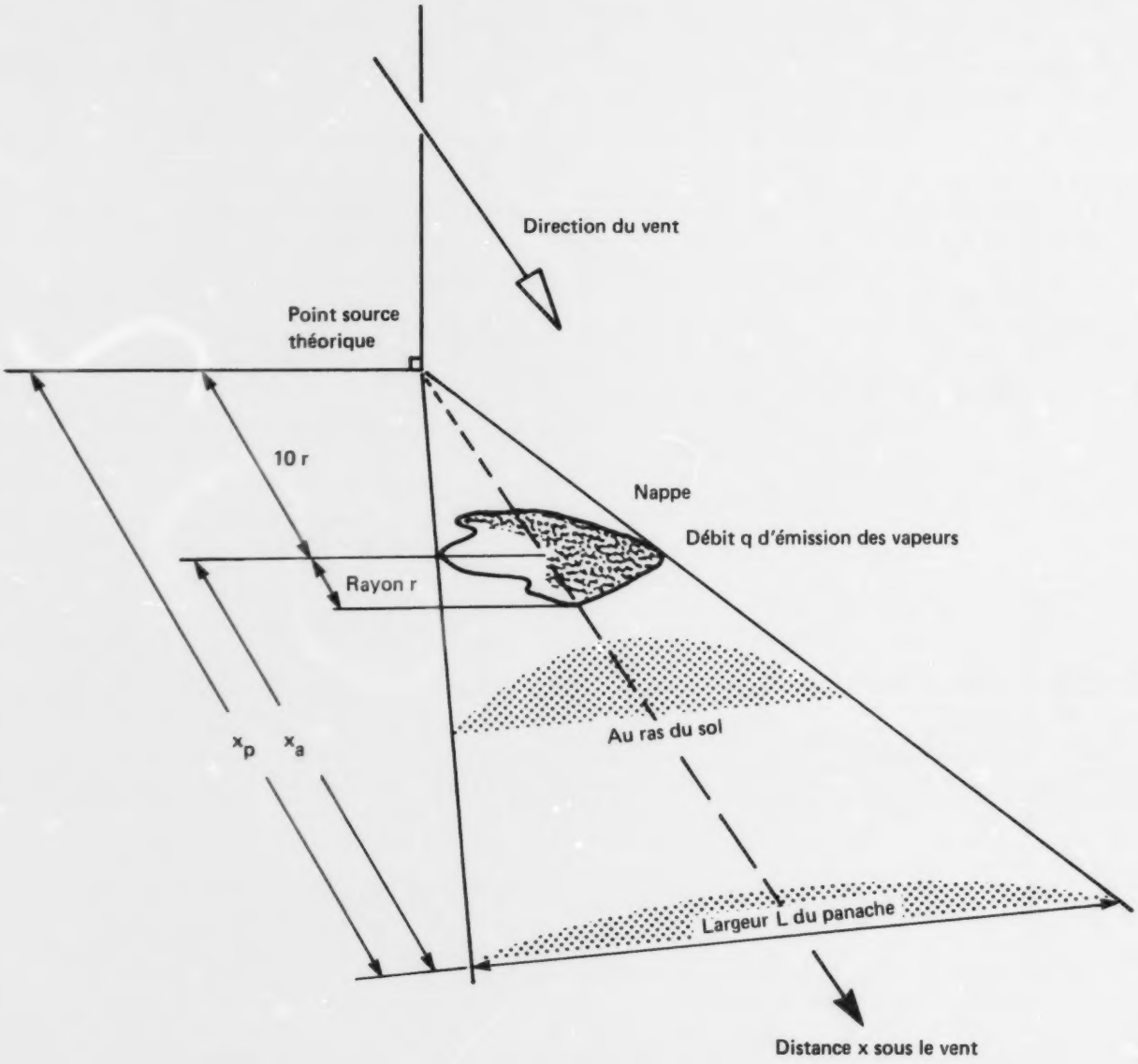
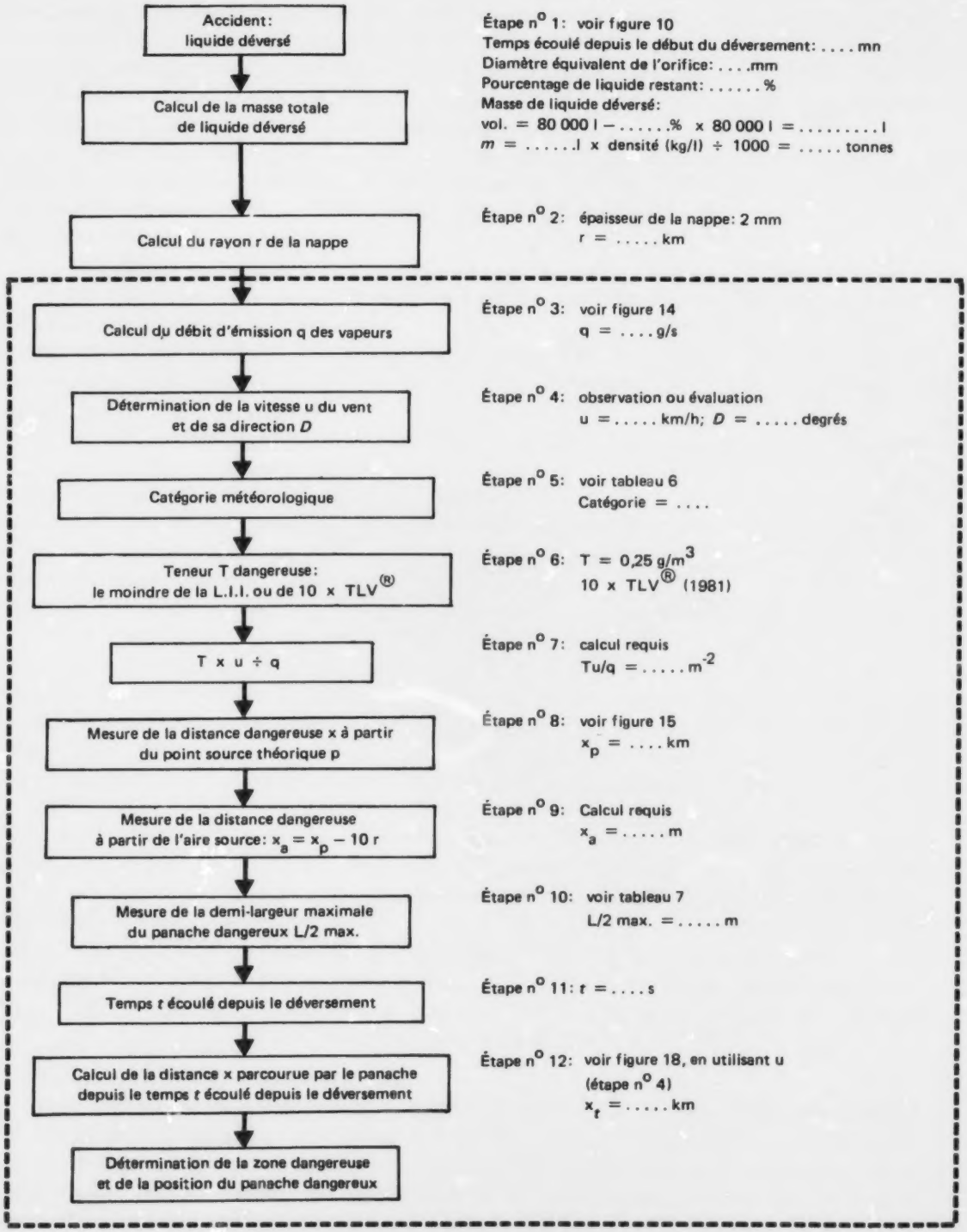


Figure 13

ACIDE ACÉTIQUE — **ÉTAPES À SUIVRE POUR DÉTERMINER LA ZONE DANGEREUSE**



Étape n° 1: voir figure 10
Temps écoulé depuis le début du déversement: .... mn
Diamètre équivalent de l'orifice: ....mm
Pourcentage de liquide restant: ..... %
Masse de liquide déversé:
vol. = 80 000 l – .....% x 80 000 l = ... l
m = ...l x densité (kg/l) ÷ 1000 = ... tonnes

Étape n° 2: épaisseur de la nappe: 2 mm
r = ... km

Étape n° 3: voir figure 14
q = ... g/s

Étape n° 4: observation ou évaluation
u = ... km/h; *D* = ... degrés

Étape n° 5: voir tableau 6
Catégorie = ...

Étape n° 6: T = 0,25 g/m^3
10 x TLV® (1981)

Étape n° 7: calcul requis
Tu/q = ... m^{-2}

Étape n° 8: voir figure 15
x_p = ... km

Étape n° 9: Calcul requis
x_a = ... m

Étape n° 10: voir tableau 7
L/2 max. = ... m

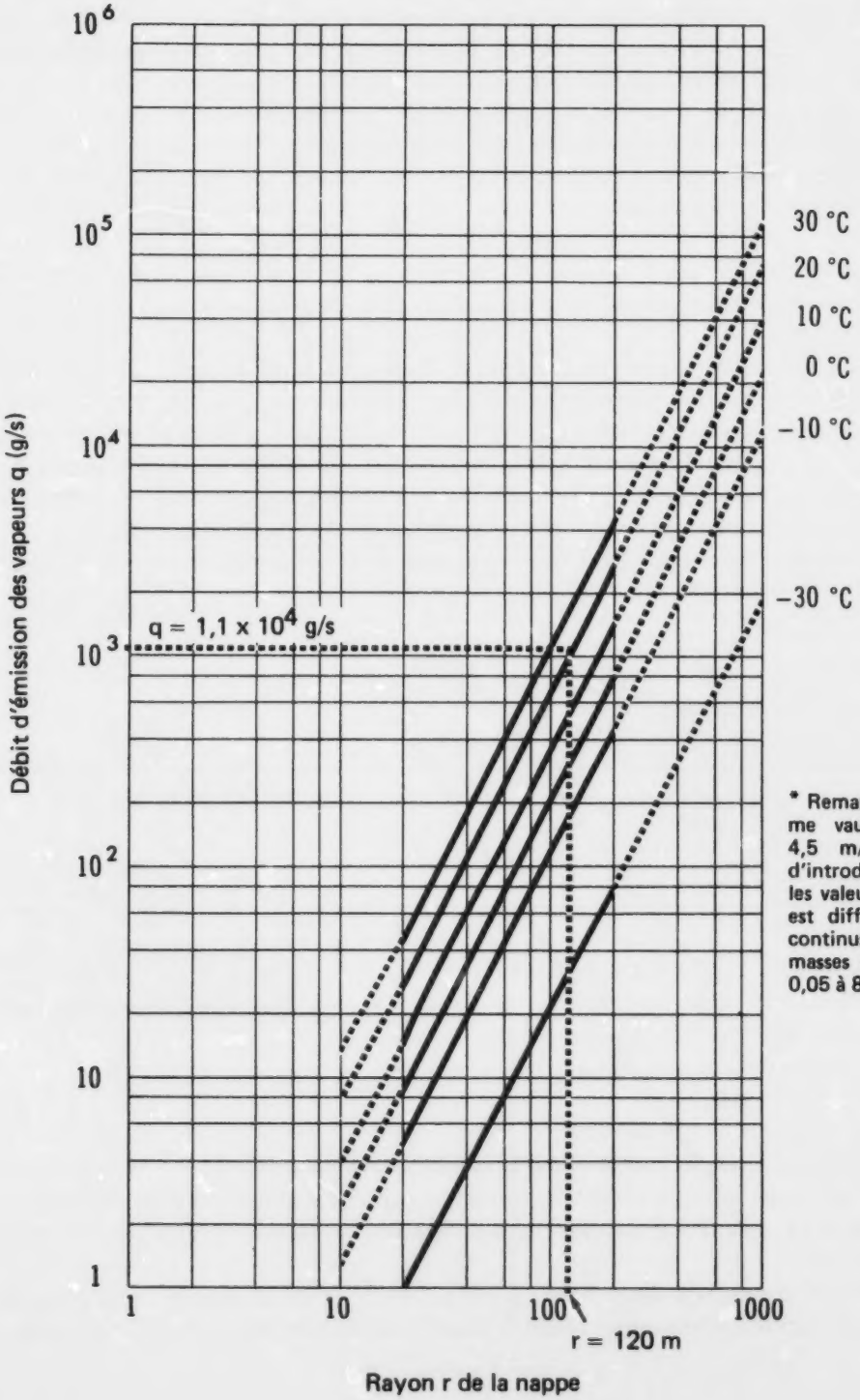
Étape n° 11: *t* = ... s

Étape n° 12: voir figure 18, en utilisant u (étape n° 4)
x_t = ... km

Figure 14

ACIDE ACÉTIQUE

DÉBIT D'ÉMISSION DES VAPEURS À DIFFÉRENTES TEMPÉRATURES* EN FONCTION DU RAYON DE LA NAPPE



* Remarque. – Le nomogramme vaut pour un vent de 4,5 m/s. Voir le manuel d'introduction pour convertir les valeurs si la vitesse du vent est différente. Les segments continus représentent des masses de liquide déversé de 0,05 à 84 tonnes.

de 4,5 m/s (16,1 km/h); elle ne permet donc qu'une évaluation approximative du débit d'émission pour toute autre vitesse du vent. En revanche, le *Manuel d'introduction Enviroguide* fournit l'équation qui permet d'établir la vitesse d'évaporation pour une vitesse de vent donnée à partir de la valeur pour une vitesse de 4,5 m/s.

Le calcul du débit d'émission est basé sur le rayon d'une nappe à la surface d'un plan d'eau (étendue d'eau calme) (tableau VI, CHRIS, 1974). Le rayon choisi est à mi-chemin entre celui du benzène (liquide moyennement volatil) et celui du nitrite d'iso-amyle (liquide non volatil). Ce modèle a été choisi pour des liquides miscibles à l'eau et dont le point d'ébullition est supérieur à la température ambiante, ainsi que pour certains liquides organiques miscibles ou non à l'eau non mentionnés dans CHRIS (CHRIS, 1974). Comme un plan d'eau présente une surface plane et unie, ce qui est rarement le cas lorsqu'il y a un déversement sur terre (sol poreux et irrégulier), on obtient un rayon maximal, donc des valeurs maximales. Si l'on applique l'algorithme calculé pour un plan d'eau à un déversement sur terre, le rayon sera plus grand que dans la réalité et les valeurs obtenues seront celles qui s'appliquent à des cas extrêmes.

5.3.2.2 **Teneur en vapeurs en fonction de la distance sous le vent.** – La figure 15 illustre la relation qui existe entre la teneur en polluant, sous forme de vapeurs, et la distance sous le vent pour les catégories météorologiques D et F. Le nomogramme a été établi à l'aide des modèles de diffusion décrits dans le *Manuel d'introduction Enviroguide*. La teneur en vapeurs est représentée par la teneur uniformisée Tu/q au niveau du sol le long de la médiane du panache schématisé. La catégorie F est la moins propice à la diffusion du panache; la catégorie D est la plus fréquente presque partout au Canada. Il faut déterminer la catégorie appropriée (tableau 6) avant d'utiliser la figure 15.

Tableau 6
Catégories météorologiques (de stabilité)

Catégorie F	Catégorie D
Vitesse du vent $<$ 11 km/h ($\cong$ 3 m/s) et l'une des conditions suivantes: ciel couvert durant le jour; nuit; forte inversion de température.	Valable pour presque toutes les autres conditions.

UTILISATION DU NOMOGRAMME

La distance maximale dangereuse du côté sous le vent x peut être déterminée à l'aide de la figure 15, si l'on possède les données suivantes:
Débit q d'émission des vapeurs, en g/s;
Vitesse du vent u, en m/s;
Catégorie météorologique (de stabilité);
Teneur T dangereuse limite, soit la valeur la moindre entre 10 fois la TLV® (exprimée en g/m^3) et la limite inférieure d'inflammabilité (exprimée en g/m^3). À noter que pour convertir la TLV® (ppm) et la L.I.I. (pourcentage volumique) en teneurs exprimées en g/m^3, il faut utiliser les figures 16 et 17.

Une teneur dangereuse limite, égale à 10 x TLV® , a été choisie de façon arbitraire: elle représente une limite «relativement réaliste» au-delà de laquelle une exposition de courte durée

Figure 15

ACIDE ACÉTIQUE

TENEUR UNIFORMISÉE EN VAPEURS EN FONCTION DE LA DISTANCE SOUS LE VENT

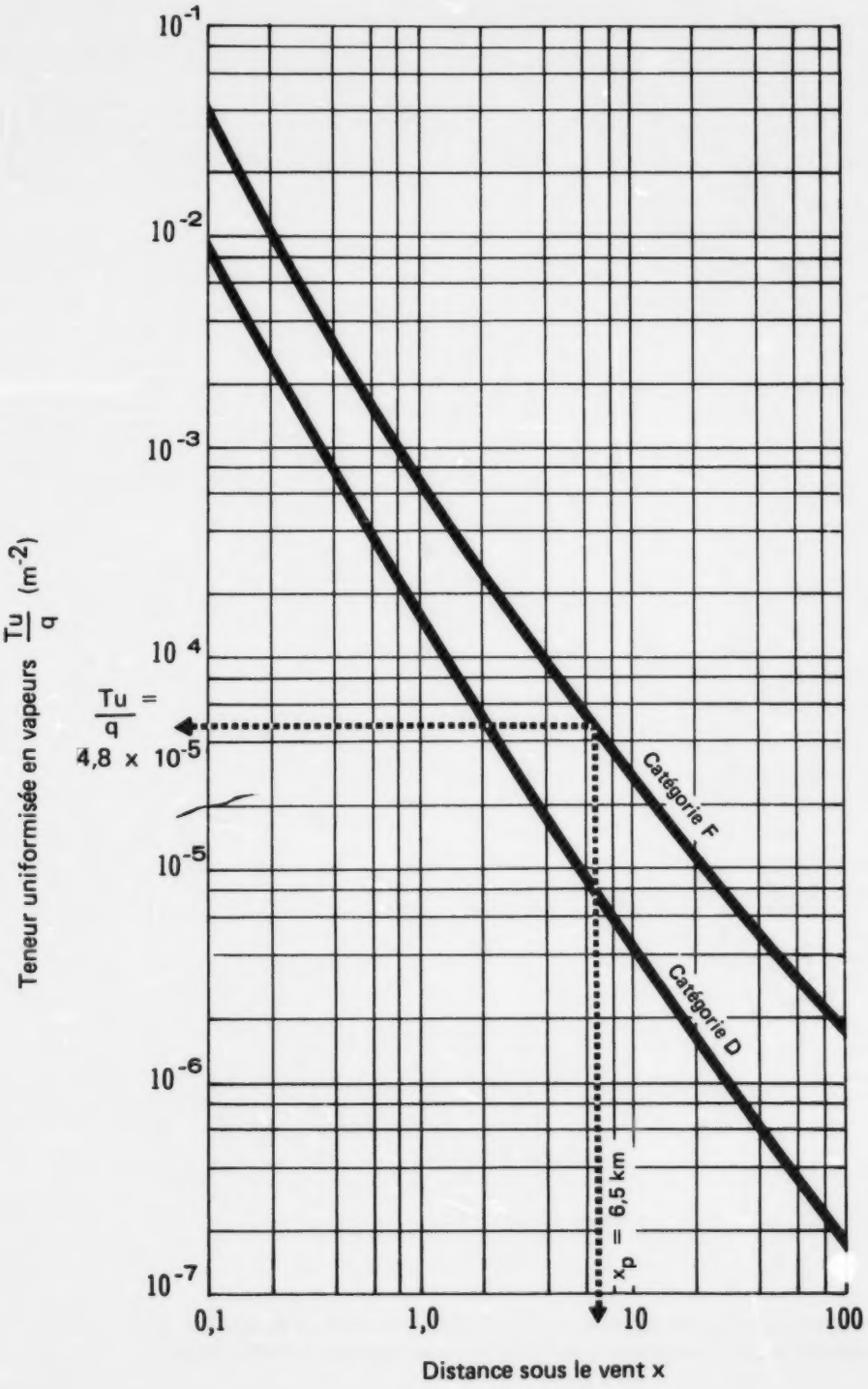
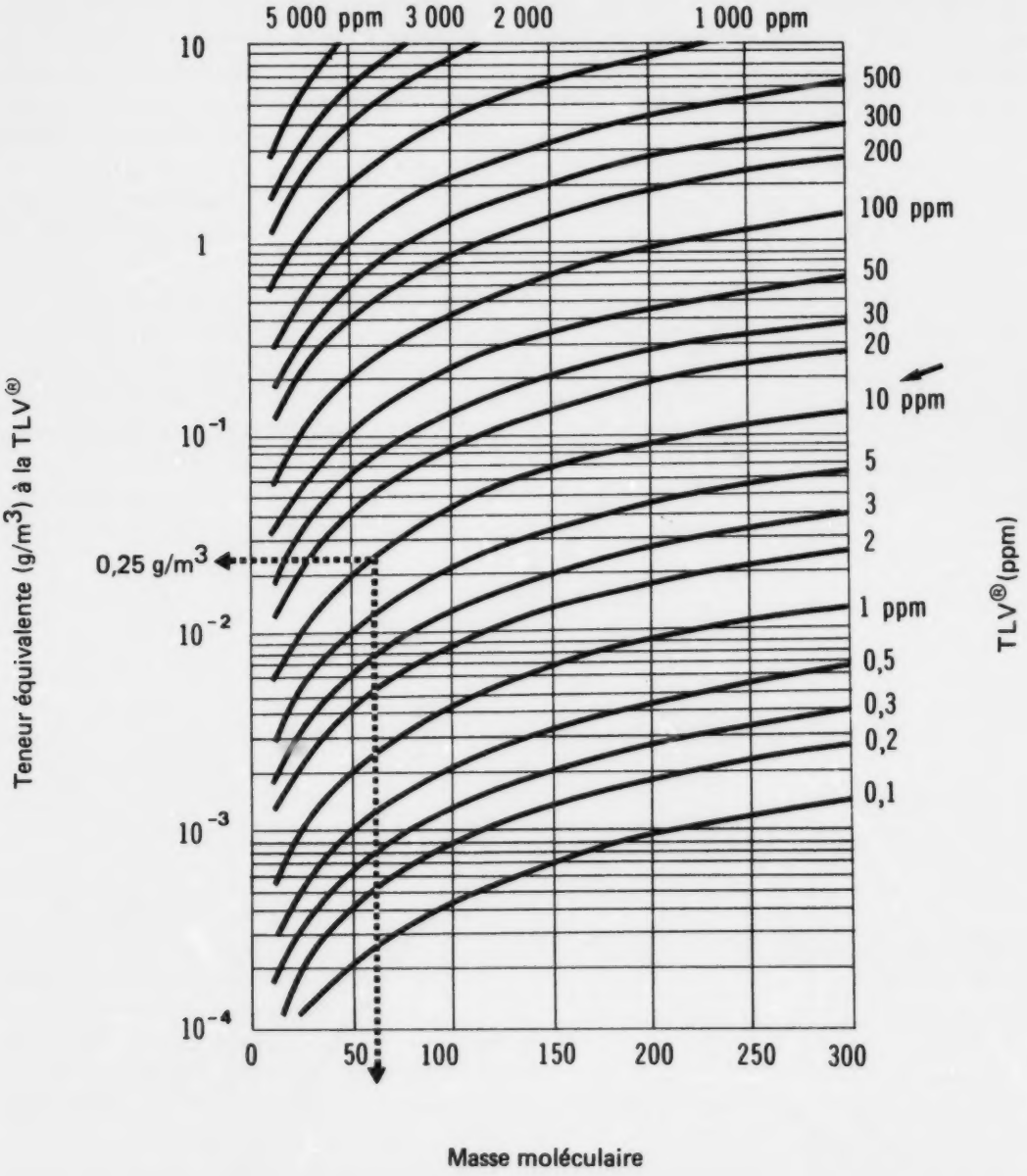


Figure 16

ACIDE ACÉTIQUE

CONVERSION DES UNITÉS DE LA TLV® (ppm en g/m³)



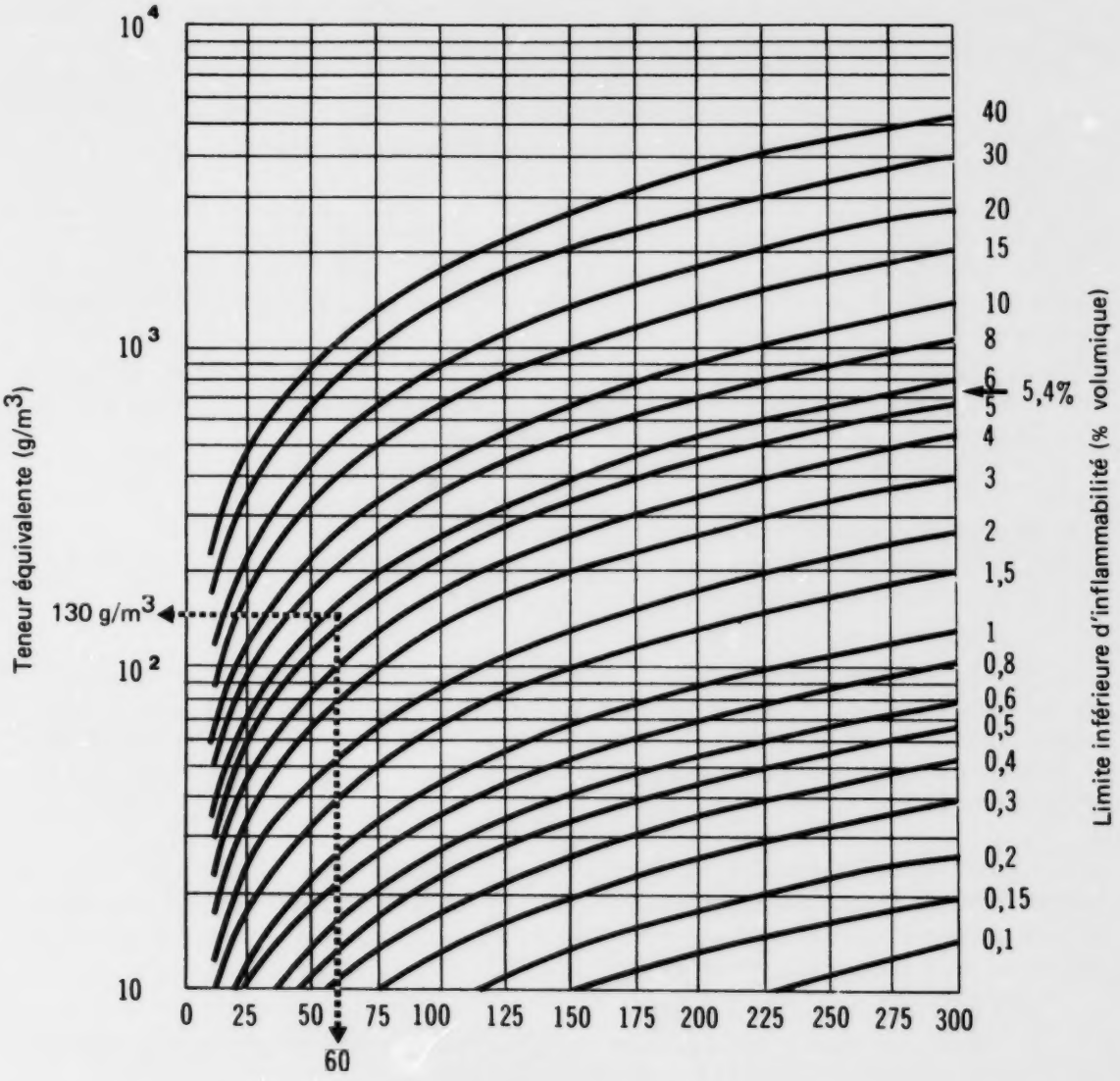
Exemple. – Masse moléculaire de l'acide acétique = 60, TLV® = 10 ppm, alors TLV® en g/m³ = 0,25

Note. – Ces données valent pour une température de 25 °C et une pression de Hg de 760 mm

Figure 17

ACIDE ACÉTIQUE

CONVERSION EN g/m³ DU % VOLUMIQUE DE LA LIMITE INFÉRIEURE D'INFLAMMABILITÉ



Exemple. – Masse moléculaire de l'acide acétique = 60, L.I.I. = 5,4 %, alors L.I.I. en g/m³ = 130

Note. – Ces données valent pour une temp. de 25 °C et une pression de Hg de 760 mm

(30 minutes) présente un danger pour la santé. La TLV® est une norme d'exposition de longue durée sur les lieux de travail. Si elle était utilisée comme teneur limite dangereuse, la zone dangereuse atteindrait des proportions démesurées.

5.3.2.3 **Demi-largeur maximale du panache dangereux.** – Le tableau 7 présente des valeurs de la demi-largeur maximale L/2 max. du panache pour une plage de valeurs q/u, en fonction des catégories météorologiques D et F. Ces valeurs ont été calculées à l'aide des modèles de diffusion expliqués dans le *Manuel d'introduction Enviroguide*, en supposant une teneur dangereuse limite (ce qu'on appelle communément une teneur maximale admissible) égale à 10 fois la TLV® (soit 10 x 0,025 g/m^3 ou 0,25 g/m^3). La demi-largeur du panache dangereux représente la demi-largeur du nuage de vapeurs, situé du côté sous le vent et atteignant une teneur égale à 10 x TLV® . Le tableau 7 ne s'applique donc que dans le cas de cette teneur limite de 0,25 g/m^3. À noter que la distance maximale considérée est de 100 kilomètres.

La catégorie météorologique D comporte une plage de vitesses du vent qui va de 1 à 30 m/s. Quant à l'éventail de débits d'émission q utilisé, qui va de 3000 à 1 600 000 g/s, il correspond à un éventail de masses déversées comprises entre 3 et 8000 tonnes respectivement. Si tout le contenu, soit 80 000 l (17 600 gal imp.) d'un wagon-citerne était déversé, cela représenterait une masse de 84 000 kg (84 tonnes). Le tableau 7, pour la catégorie D, fournit des chiffres calculés en fonction de masses jusqu'à 95 fois plus considérables.

La catégorie météorologique F comporte une plage de vitesses du vent qui va de 1 à 3 m/s. Quant à l'éventail de débits d'émission q utilisé, qui va de 300 à 165 000 g/s, il correspond à un éventail de masses déversées comprises entre 0,05 et 1500 tonnes. Le tableau 7 pour la catégorie F, fournit des chiffres calculés en fonction de masses atteignant 17 fois celle que transporte un wagon-citerne standard.

UTILISATION DU NOMOGRAMME

À partir de valeurs connues de q et de u et en fonction d'une catégorie météorologique donnée, calculez q/u. Choisissez la valeur q/u la plus proche fournie dans le tableau et la demi-largeur maximale correspondante, en mètres. Si vous désirez un résultat un peu plus précis, déterminez par interpolation les valeurs q/u et L/2 max. (Voir également l'exemple qui accompagne le tableau 7.)

5.3.2.4 **Distance parcourue par le panache en fonction du temps écoulé.** – La figure 18 indique la distance x parcourue par le panache après un temps t de déplacement pour une vitesse de vent u donnée. Il s'agit de la représentation graphique de la relation $x_t = ut$ appliquée à un éventail de vitesses de vent courantes.

UTILISATION DU NOMOGRAMME

La vitesse u du vent et le temps t de déplacement du panache étant connus, la distance parcourue du côté sous le vent peut être obtenue.

5.3.3 **Étapes du calcul.** – L'exemple donné ci-dessous illustre les étapes à suivre dans le calcul qui permet de déterminer la zone dangereuse sous le vent à partir du lieu où se produit un déversement. L'utilisateur prendra note des limites des méthodes de calcul décrites dans le présent guide ou dans le *Manuel d'introduction Enviroguide*. Les estimations ne valent que pour les conditions précisées. Il est souhaitable que l'utilisateur, dans un cas de déversement réel, se serve de données connues ou observables (par exemple en ce qui concerne le rayon de la nappe).

Figure 18

ACIDE ACÉTIQUE

DISTANCE PARCOURUE PAR LE PANACHE EN FONCTION DU TEMPS ÉCOULÉ

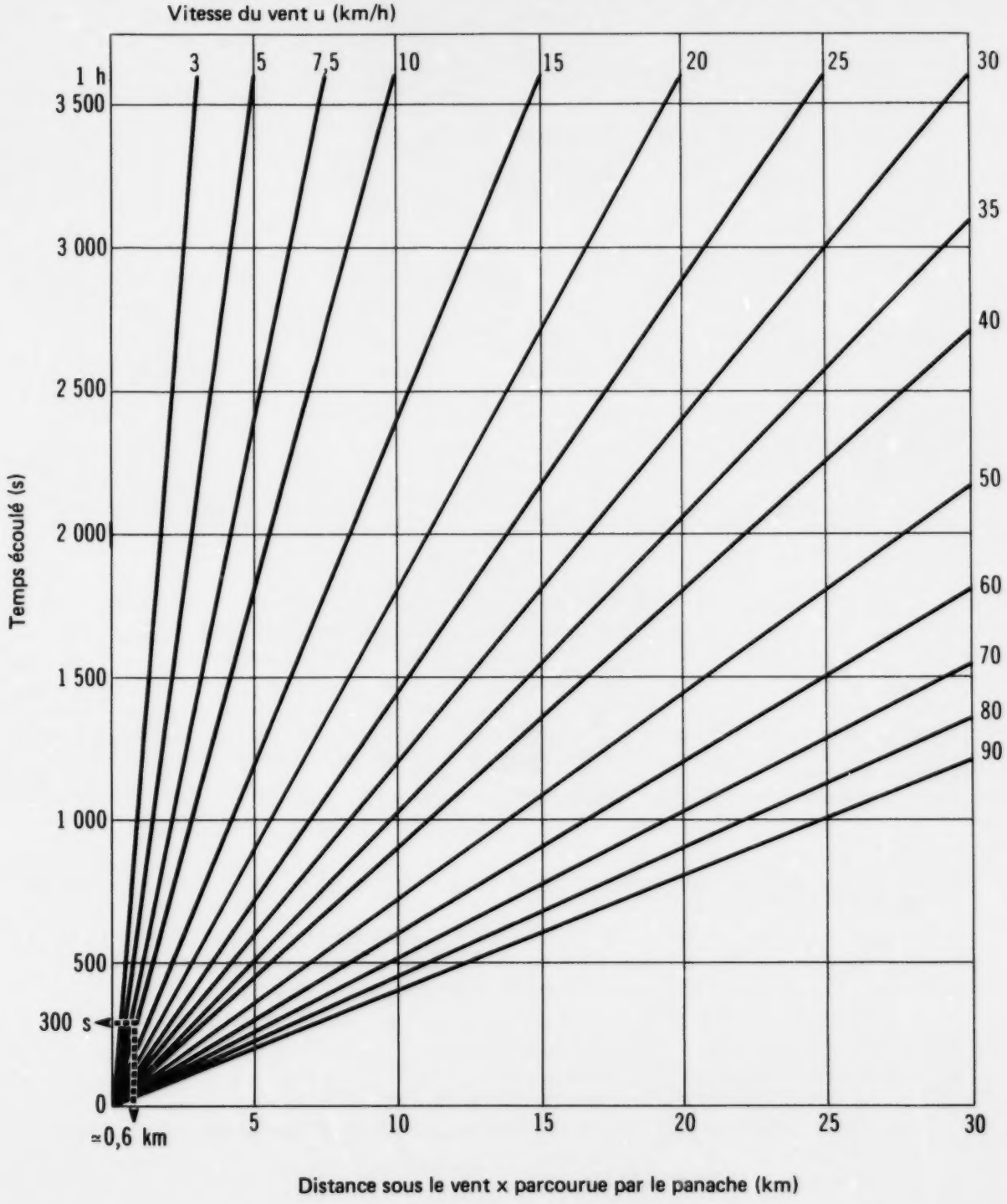


Tableau 7
Demi-largeur maximale du panache dangereux de vapeurs d'acide acétique (à 20 °C)

Catégorie météorologique D			Catégorie météorologique F		
q/u (g/m)	L/2 max. (m)		q/u (g/m)	L/2 max. (m)	
1 600 000	3245	(99,5 km)*	165 000	1540	(99,5 km)*
1 400 000	2985		150 000	1430	
1 200 000	2715		125 000	1250	
1 000 000	2425		100 000	1060	
800 000	2110		75 000	855	
600 000	1770		50 000	630	
500 000	1580		40 000	535	
400 000	1375		30 000	430	
300 000	1150		25 000	375	
200 000	895		20 000	325	
150 000	750		15 000	270	
125 000	670		10 000	210	
100 000	585	q/u = 5240 →	5 000	135	→ L/2 max. = 140 m
75 000	500		2 000	75	
50 000	395		1 000	50	
25 000	260		500	35	
20 000	230		200	20	
15 000	195		100	15	
10 000	155				
5 000	100				
2 000	60				
1 000	40				
500	30				
200	20		* Les données valent pour une distance maximale sous le vent de 100 km.		
100	15				

Exemple. – Pour un débit d'émission $q = 1{,}1 \times 10^4$, une vitesse du vent $u = 2{,}1$ m/s et des conditions météorologiques de catégorie F, $q/u = 5420$ g/m, ce qui donne une demi-largeur maximale du panache dangereux L/2 max. de 160 m.
Note. – Les données ci-dessus ne valent que pour une teneur de 0,25 g/m^3.

DONNÉES DU PROBLÈME

Au cours de la nuit, vers 2 h, 20 tonnes d'acide acétique ont été déversées sur un sol plat. Il est maintenant 2 h 05. La température est de 20 °C et le vent souffle du nord-ouest à une vitesse de 7,5 km/h. Déterminer la zone de vapeurs dangereuses.

ÉTAPES DU CALCUL

Étape 1 La masse *m* de liquide déversé est de 20 tonnes.

Étape 2 Calculer le rayon r de la nappe.

Utiliser le rayon mesuré sur place si cela est possible.

Sinon, utiliser le rayon maximal calculé en fonction d'une épaisseur de la nappe de 2 mm.

$r = 120 \div 1000 = 0{,}12$ km.

Étape 3 Calculer le débit d'émission q à temp. = 20 °C.
r = 120 m et temp. = 20 °C, q = 1,1 x 10^4 g/s

Étape 4 Déterminer la vitesse du vent u et sa direction *D*.
Utiliser l'information accessible sur les conditions météorologiques, de préférence à partir d'observations faites sur le terrain. Ici:
u = 7,5 km/h; u = 7,5 ÷ 3,6 = 2,1 m/s;
D = N.-O. ou 315° (*D* = direction d'où souffle le vent).

Étape 5 Déterminer la catégorie météorologique.
Le tableau 6 permet d'établir qu'il s'agit de la catégorie F, puisque u < 11 km/h et que le déversement se produit au cours de la nuit.

Étape 6 Déterminer la teneur T dangereuse limite.
Il s'agit de la valeur la moindre entre 10 x TLV® et la limite inférieure d'inflammabilité dans le cas de l'acide acétique, donc:
T = 0,25 g/m^3 (TLV® = 0,025 g/m^3; L.I.I. = 130 g/m^3)

Étape 7 Calculer Tu/q.

$$Tu/q = \frac{0{,}25 \times 2{,}1}{1{,}1 \times 10^4} = 4{,}77 \times 10^{-5}\ m^{-2}$$

Étape 8 Calculer la distance maximale dangereuse du côté sous le vent x à partir du point source p théorique.
Voir figure 15. Pour une catégorie F de conditions météorologiques,
si Tu/q = 4,8 x 10^{-5} m^{-2}, $x_p \cong 6{,}5$ km.

Étape 9 Calculer la distance dangereuse maximale du côté sous le vent x à partir de l'aire source a.
Comme x_p = 6,5 km et r = 0,12 km,
$x_a = x_p - 10\,r$ = 6,5 km − 10(0,12 km) = 5,3 km.

Étape 10 Calculer la demi-largeur maximale du panache dangereux.
Se servir du tableau 7. Comme q = 1,1 x 10^4 g/s et u = 2,1 m/s,

$$q/u = \frac{1{,}1 \times 10^4}{2{,}1} = 5240\ g/m$$

pour la catégorie F de conditions météorologiques, la valeur de q/u se situe entre 5000 et 10 000 g/m, ce qui donne une demi-largeur maximale d'environ 140 m.

Étape 11 Déterminer le temps *t* écoulé depuis le début du déversement.
t = 5 mn x 60 = 300 s.

Étape 12 Calculer la distance sous le vent x parcourue par le panache depuis le début du déversement.
Se servir de la figure 18. Comme *t* = 300 s et u = 7,5 km/h.
x_t = 0,6 km (plus précisément: u*t* = 2,1 m/s x 300 s = 630 m = 0,63 km).

Étape 13 Schématiser la zone dangereuse.
Cela se fait en formant un rectangle dont deux des côtés opposés mesurent (chacun) deux fois la demi-largeur maximale du panache dangereux (140 m), alors que les deux autres côtés mesurent (chacun) l'équivalent de la distance maximale dangereuse sous le vent à partir de l'aire source, soit 5,3 km, et sont orientés dans la direction du vent (voir figure 19).

Si le vent ne fluctue que de 20° (315° ± 10°) le schéma de la zone dangereuse correspond à la figure 20.

Note. – Au cours des 5 minutes qui se sont écoulées depuis le début du déversement, le panache a franchi seulement 0,63 km. Sous un vent de 7,5 km/h, il s'écoulerait encore 37 minutes avant que le panache ne franchisse la distance maximale dangereuse sous le vent, soit 5,3 km.

5.4 Comportement dans l'eau

5.4.1 Introduction. – Déversé dans l'eau, l'acide acétique se mélange avec l'eau et se dilue. En général, le phénomène de mélange peut être décrit par les équations de diffusion classiques, comportant un ou plusieurs coefficients de diffusion. Dans les rivières, le mélange est surtout le résultat d'un écoulement turbulent; alors que dans un plan d'eau (étendue d'eau calme) il s'effectue par diffusion moléculaire.

Pour évaluer la teneur en polluant de l'eau d'une rivière en aval d'un lieu de déversement, les auteurs ont utilisé un modèle de diffusion turbulente. Ce modèle s'applique aux liquides miscibles à l'eau, de densité équivalente à celle de l'eau, et aux solides qui se dissolvent dans l'eau. Il vaut donc pour l'acide acétique.

Le modèle utilisé est unidimensionnel; il établit un canal rectangulaire théorique et suppose une teneur uniforme en polluant dans toute section donnée de l'écoulement (section mouillée). En pratique, une telle uniformité n'est possible qu'en des points situés assez loin en aval du lieu du déversement, là où les mécanismes de mélange et de dilution ont joué suffisamment pour produire une répartition égale du polluant à travers le canal. Le modèle s'applique aux cours d'eau dont le rapport largeur/profondeur est inférieur à 100. Il postule également un coefficient de rugosité de Manning de 0,03. (Pour plus de détails au sujet de ce modèle, voir le *Manuel d'introduction Enviroguide*.)

En ce qui a trait à la diffusion moléculaire dans un plan d'eau, aucun modèle n'a été élaboré. Les auteurs ont établi des nomogrammes permettant de délimiter la zone dangereuse et de calculer la teneur moyenne dans cette zone en fonction de la masse de liquide déversé, indépendamment du temps écoulé.

5.4.2 Nomogrammes de la diffusion du polluant dans l'eau. – Le lecteur trouvera ci-dessous la liste des nomogrammes servant à déterminer les teneurs en polluant dans les cours d'eau non soumis aux marées et dans les lacs au repos ou autres plans d'eau.

A. – Cours d'eau non soumis aux marées

Figure 22 Distance en fonction du temps pour une plage de vitesses moyennes d'écoulement

Figure 23 Rayon hydraulique en fonction de la largeur du canal pour une plage de profondeurs du canal (hauteurs d'eau)

Figure 24 Coefficient de diffusion turbulente en fonction du rayon hydraulique pour une plage de vitesses moyennes d'écoulement

Figure 25 Alpha* en fonction du coefficient de diffusion turbulente pour différentes valeurs de temps écoulé

Figure 26 Delta* en fonction de alpha pour différentes masses de liquide déversé

Figure 27 Teneur maximale en fonction de delta pour des sections mouillées de différentes surfaces

* Alpha et delta ne sont que des facteurs de conversion: leur utilité est de faciliter le calcul des teneurs en aval du lieu du déversement.

Figure 19

ACIDE ACÉTIQUE

ZONE DANGEREUSE MAXIMALE SOUS UN VENT INVARIABLE
EXEMPLE DE PROBLÈME

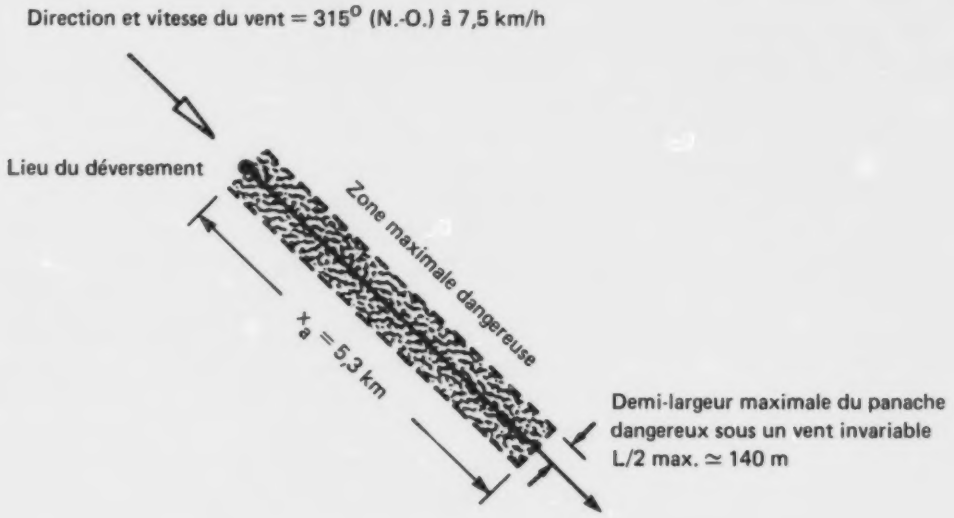
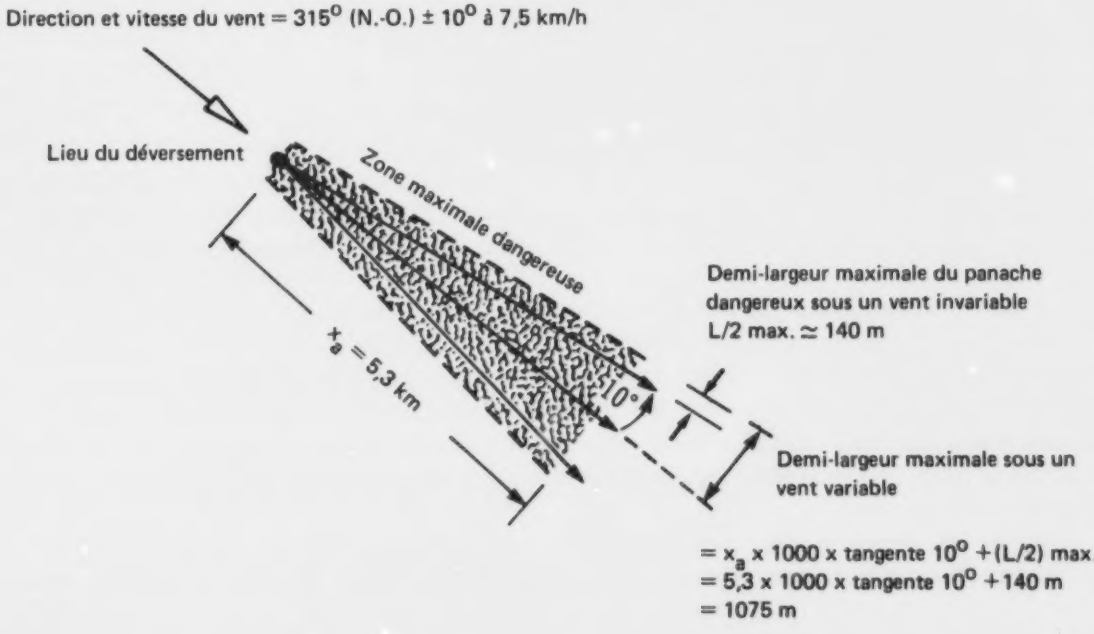


Figure 20

ACIDE ACÉTIQUE

ZONE DANGEREUSE MAXIMALE SOUS UN VENT VARIABLE
EXEMPLE DE PROBLÈME



B. – Lacs au repos et autres plans d'eau

Figure 28 Volume d'eau en fonction du rayon hydraulique de la zone dangereuse (pour différentes profondeurs du lac, c.-à-d. différentes hauteurs d'eau)

Figure 29 Teneur moyenne en fonction du volume d'eau de la zone dangereuse (pour différentes masses de liquide déversé)

La figure 21 présente les étapes à suivre pour évaluer la teneur en polluant en un point situé en aval du lieu du déversement et indique les nomogrammes à utiliser; ces derniers sont expliqués dans les paragraphes qui suivent.

5.4.2.1 Diffusion dans les cours d'eau non soumis aux marées

Figure 22 Distance en fonction du temps. – Le graphique montre les relations entre la vitesse moyenne de l'écoulement, le temps écoulé et la distance parcourue. Pour une vitesse moyenne de l'écoulement V donnée, le temps t que met le polluant pour atteindre un point situé à une distance x donnée en aval du lieu du déversement peut être obtenu rapidement à l'aide de ce graphique.

Figure 23 Rayon hydraulique en fonction de la largeur du canal. – Le modèle choisi pour évaluer la teneur en polluant en aval du lieu du déversement comporte un canal rectangulaire théorique de largeur L, ayant une hauteur d'eau h. Le rayon hydraulique r doit être connu pour calculer le coefficient de diffusion turbulente E. Le rayon hydraulique lui-même correspond au rapport de la surface de la section s mouillée (ou section de l'écoulement) au périmètre mouillé B. La figure 23 permet de déterminer le rayon hydraulique d'un canal à partir de la largeur de ce dernier et de la hauteur d'eau.

Figure 24 Coefficient de diffusion turbulente en fonction du rayon hydraulique. – Les données connues sur le rayon hydraulique r et sur la vitesse moyenne de l'écoulement V permettent de déterminer le coefficient de diffusion turbulente E.

Figure 25 Alpha en fonction du coefficient de diffusion turbulente. – Le nomogramme permet d'obtenir le facteur de conversion α; ce dernier est fonction du coefficient de diffusion turbulente E et du temps t requis pour atteindre un point situé en aval du lieu du déversement.

Figure 26 Delta en fonction de alpha. – Un second facteur de conversion, delta Δ, est requis pour évaluer la teneur en polluant en un point donné. Delta est fonction d'alpha et de la masse de liquide déversé.

Figure 27 Teneur maximale en fonction de delta. – Il s'agit de la dernière étape dans la détermination de la teneur maximale en polluant en un point situé en aval du lieu du déversement. En se servant du facteur delta et connaissant la surface de la section mouillée s, le lecteur trouve rapidement la teneur. La valeur obtenue vaut pour les liquides miscibles à l'eau, de densité équivalente à celle de l'eau, et pour les solides solubles dans l'eau; elle variera quelque peu dans le cas de polluants dont la densité relative est supérieure ou inférieure à celle de l'eau.

5.4.2.2 Diffusion dans les lacs au repos et autres plans d'eau

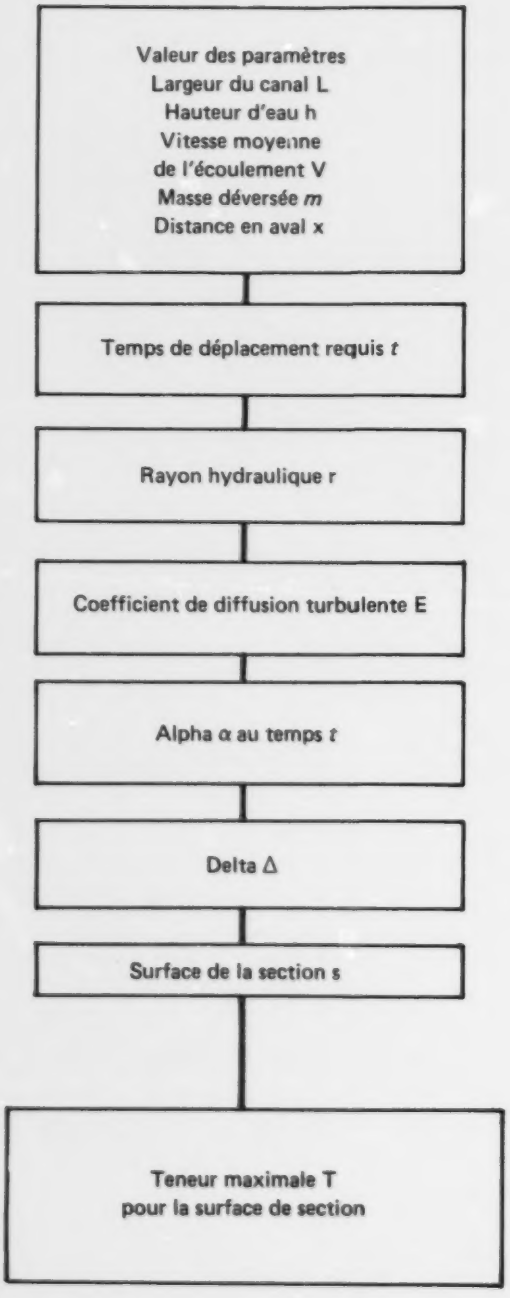
Figure 28 Volume d'eau en fonction du rayon. – L'étendue d'eau calme (ni vent, ni courant) touchée par le déversement d'un liquide miscible (à l'eau), de densité équivalente à celle de l'eau, est représentée par un cylindre théorique de rayon r et de «longueur» égale à la hauteur d'eau h à l'endroit où le déversement se produit. Le volume d'eau peut être obtenu à l'aide de la figure 28. Le rayon r équivaut à la distance x entre le lieu du déversement et le point où la teneur est mesurée.

Figure 29 Teneur moyenne en fonction du volume d'eau. – Pour un volume d'eau connu du cylindre théorique, le nomogramme permet d'établir une teneur moyenne en polluant selon

Figure 21

ACIDE ACÉTIQUE

ÉTAPES À SUIVRE POUR CALCULER LA TENEUR EN POLLUANT D'UN COURS D'EAU NON SOUMIS AUX MARÉES



Étape 1

Par observation ou évaluation

L = _____ m

h = _____ m

V = _____ m/s

m = _____ tonnes

x = _____ m

Étape 2 t = _____ mn (fig. 22)

Étape 3 r = _____ m (fig. 23)

Étape 4 E = _____ m^2/s (fig. 24)

Étape 5 α = _____ (fig. 25)

Étape 6 Δ = _____ (fig. 26)

Étape 7 s = L x h = _____ m^2

Étape 8 T = _____ ppm (fig. 27)

Figure 22

ACIDE ACÉTIQUE

DISTANCE
EN FONCTION DU TEMPS

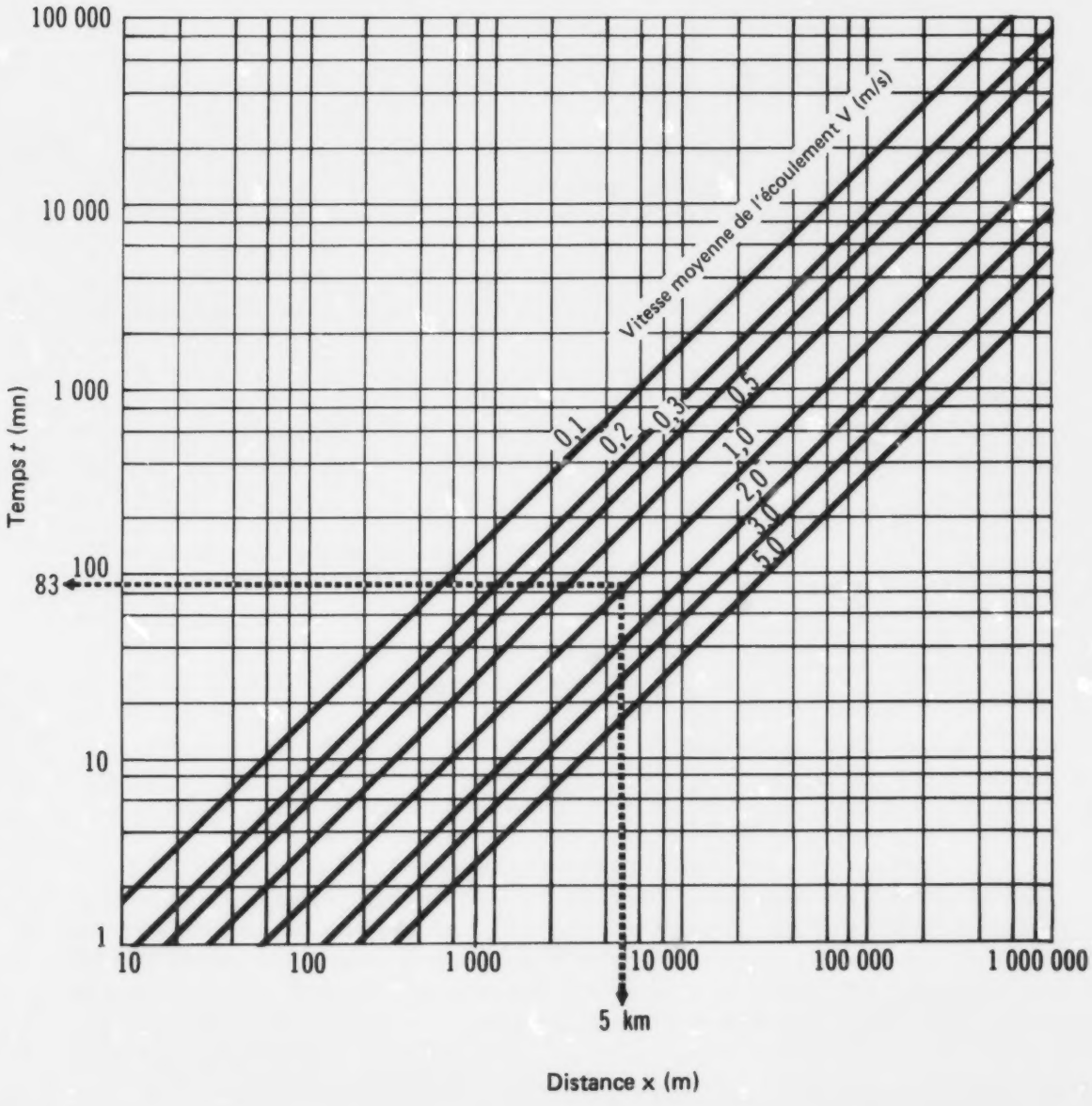


Figure 23

ACIDE ACÉTIQUE

RAYON HYDRAULIQUE EN FONCTION DE LA LARGEUR DU CANAL

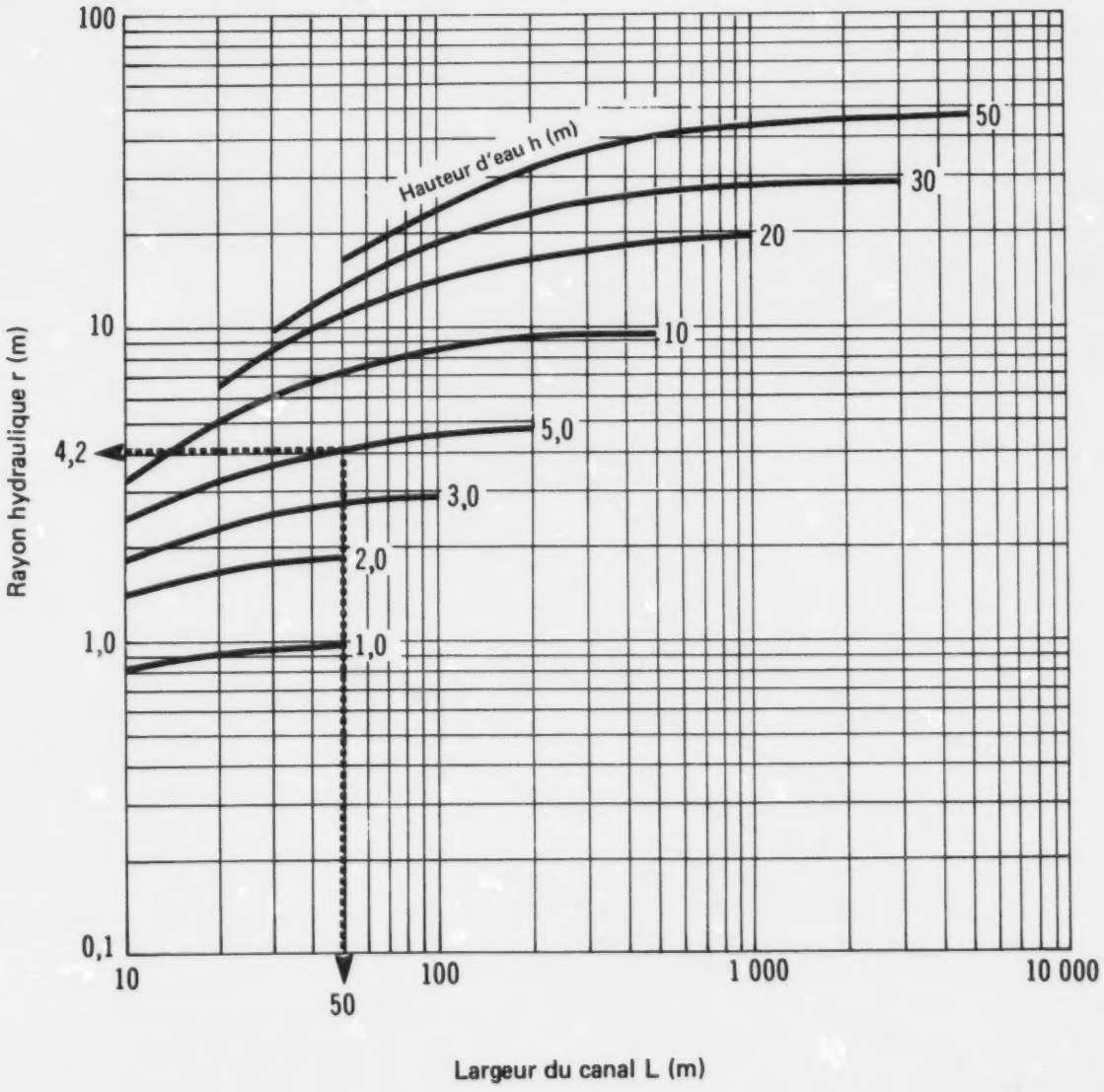


Figure 24

ACIDE ACÉTIQUE

COEFFICIENT DE DIFFUSION TURBULENTE
EN FONCTION DU RAYON HYDRAULIQUE

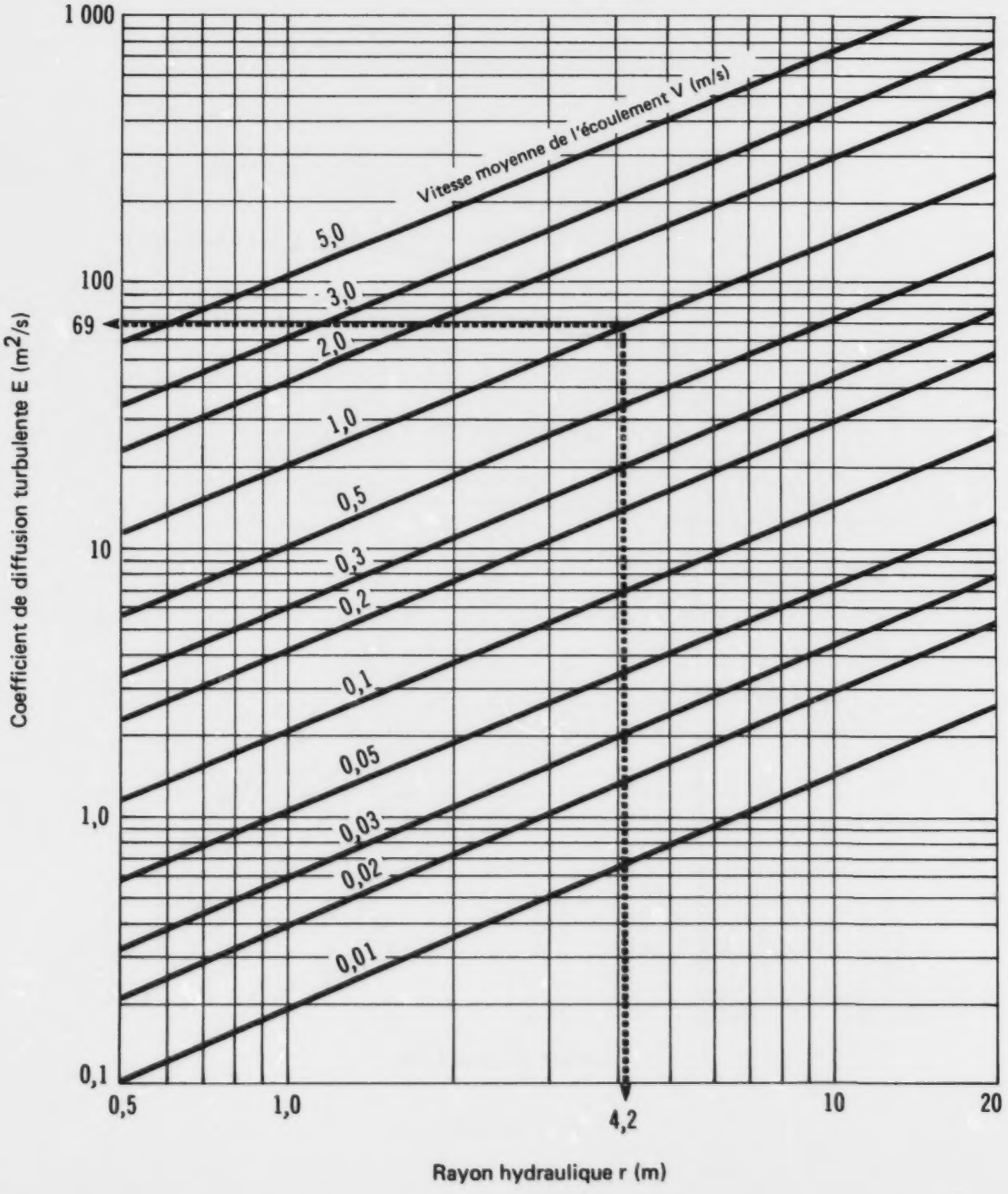


Figure 25

ACIDE ACÉTIQUE

ALPHA
EN FONCTION DU COEFFICIENT DE DIFFUSION TURBULENTE

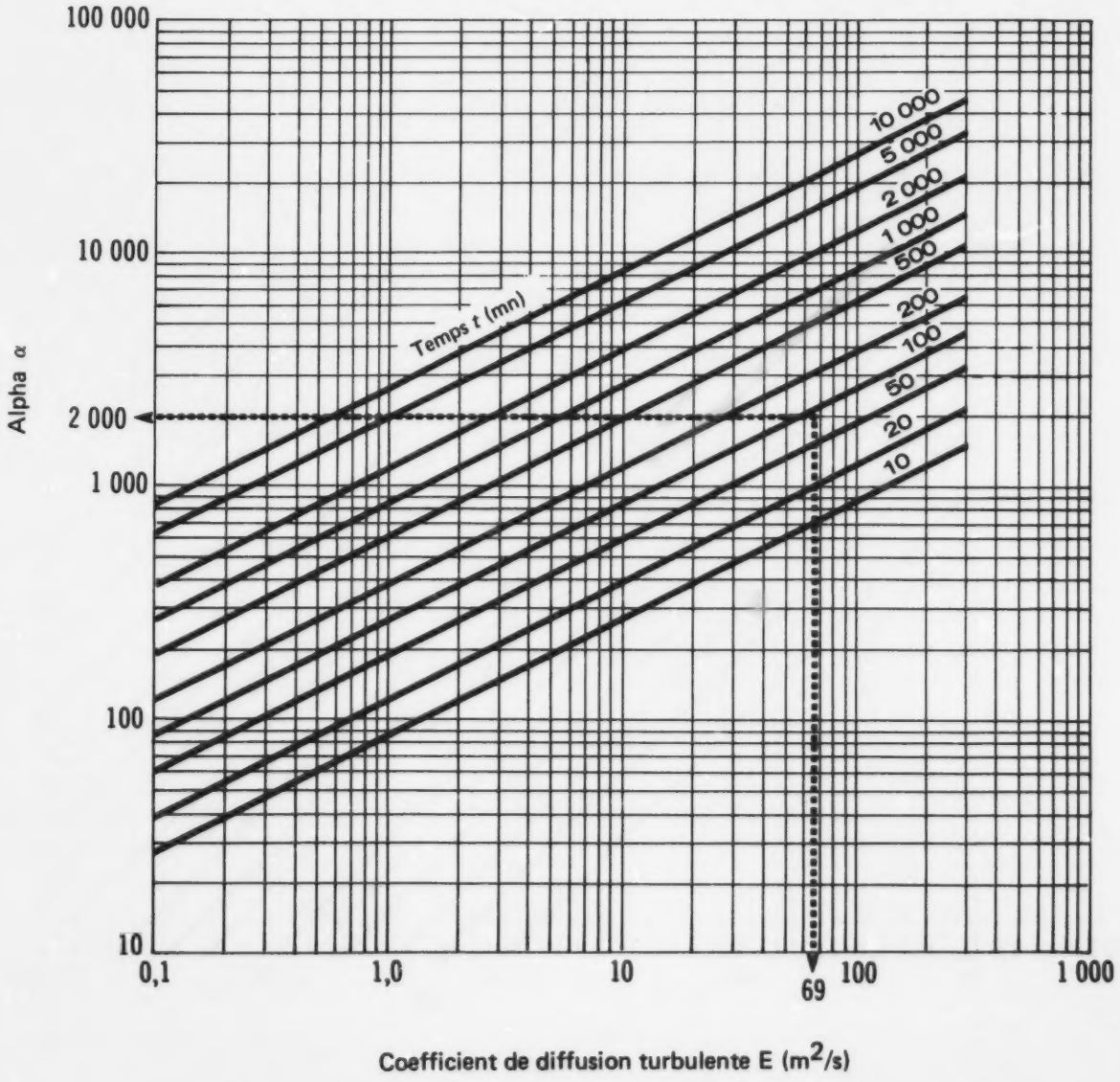


Figure 26

ACIDE ACÉTIQUE

DELTA
EN FONCTION DE ALPHA

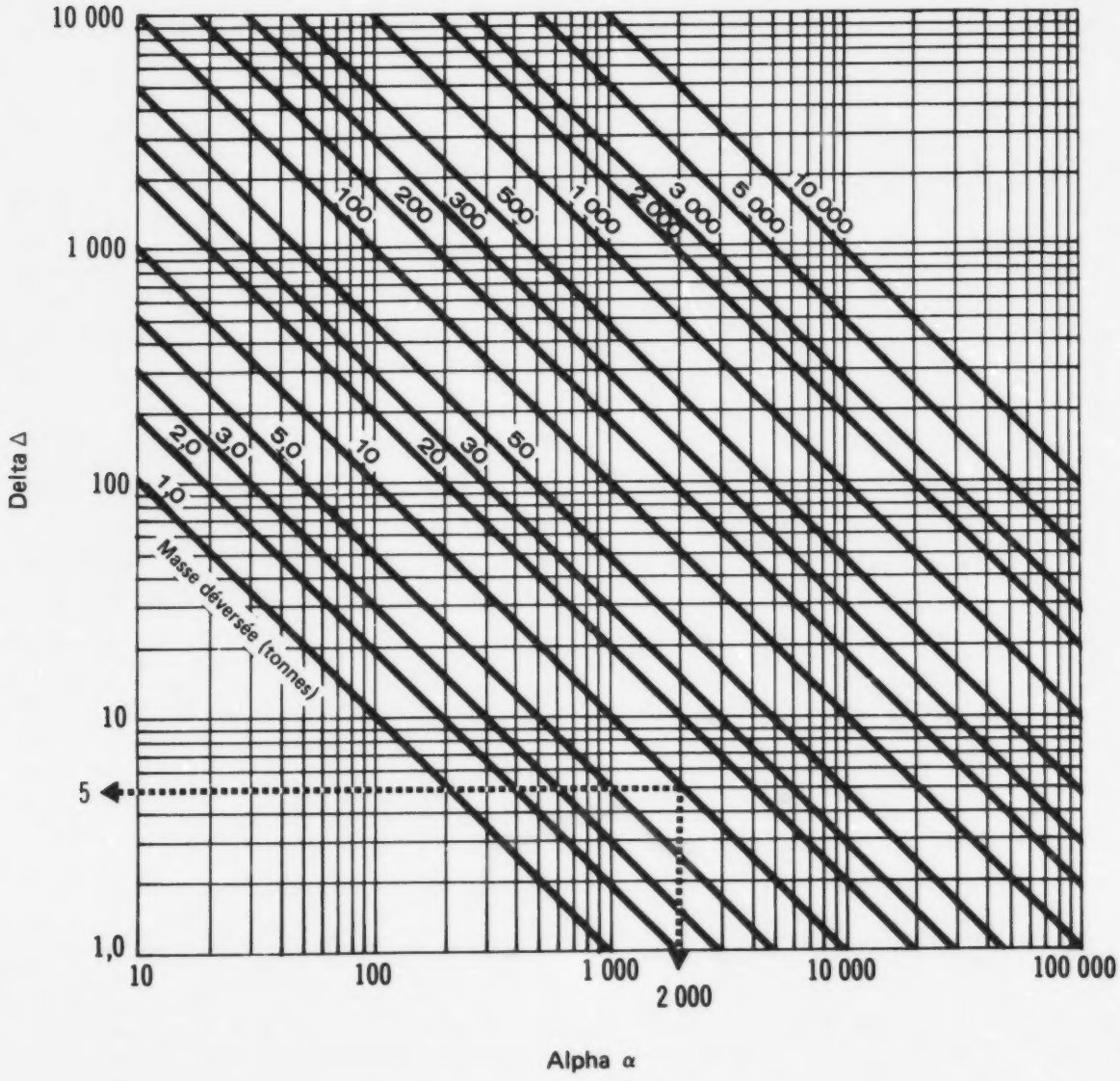


Figure 27

ACIDE ACÉTIQUE

TENEUR MAXIMALE EN FONCTION DE DELTA

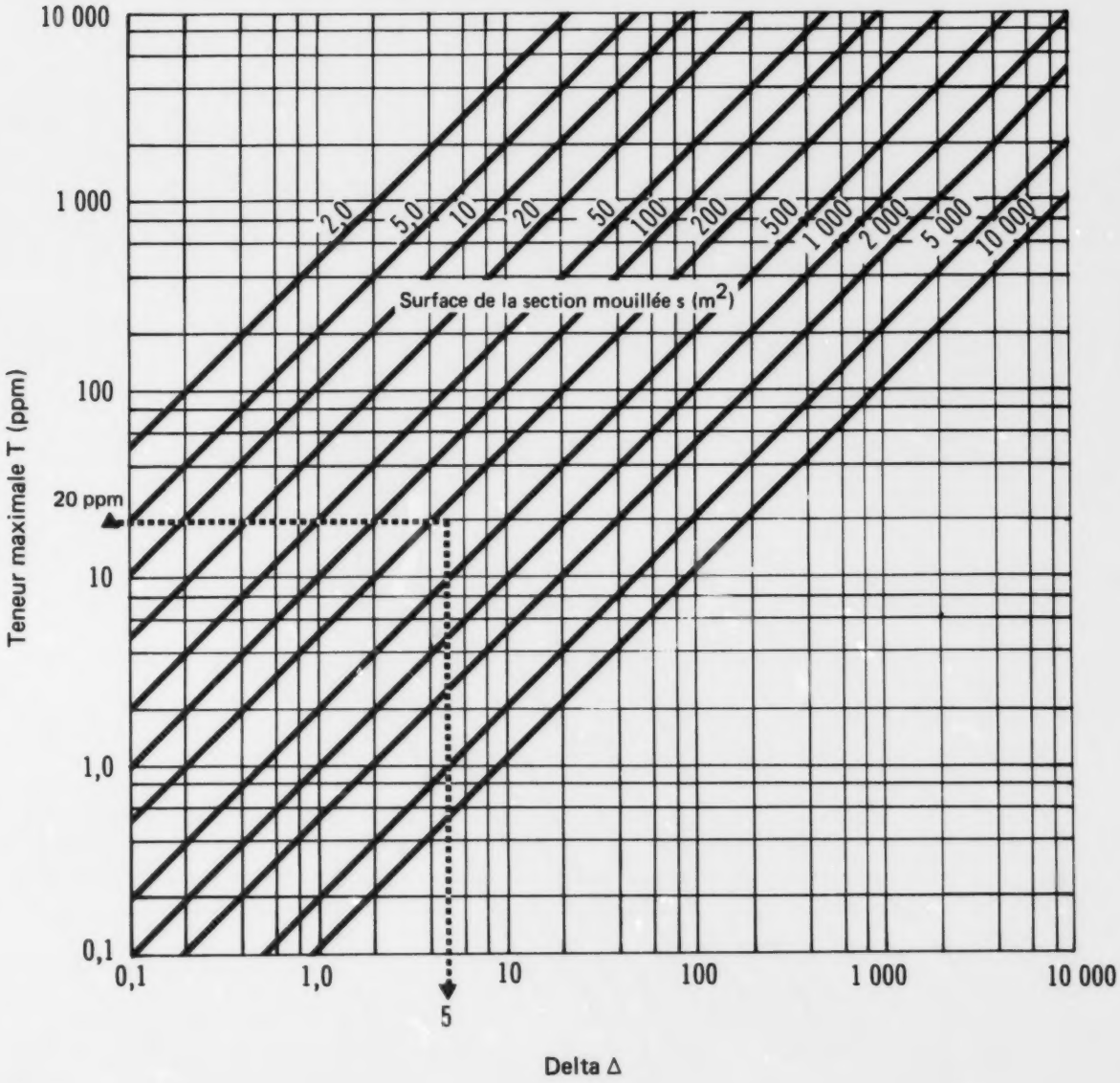


Figure 28

ACIDE ACÉTIQUE

VOLUME D'EAU
EN FONCTION DU RAYON HYDRAULIQUE

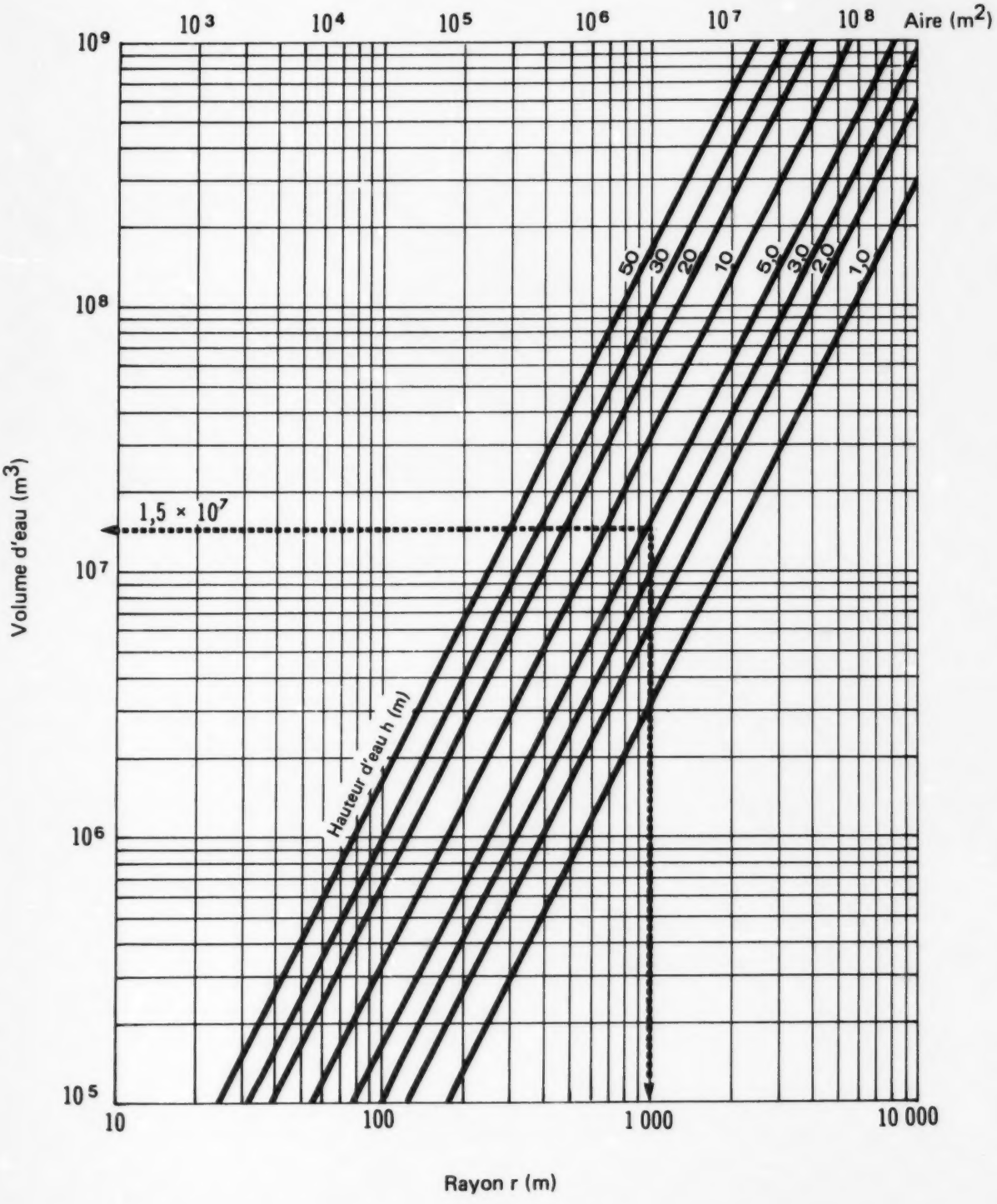
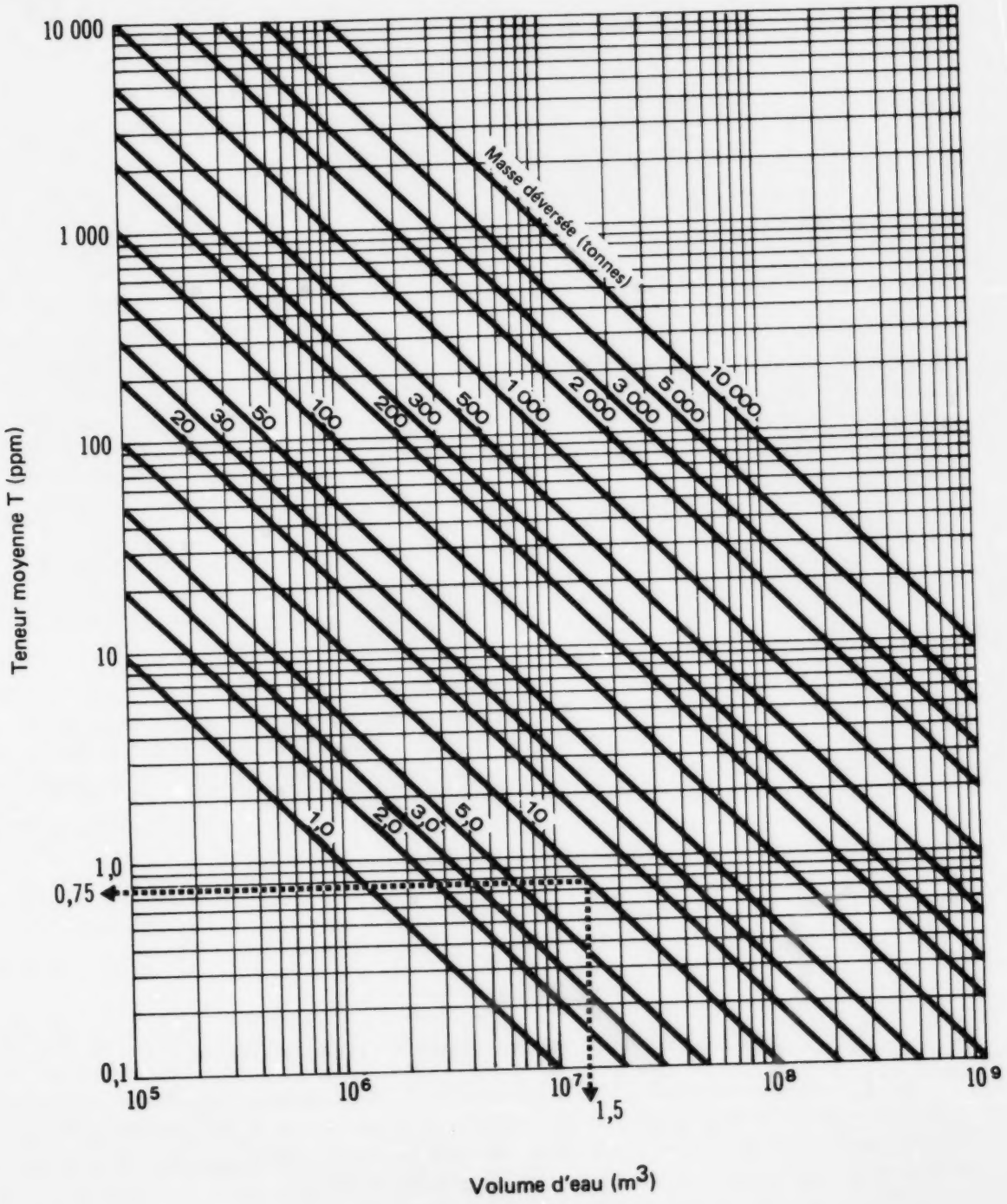


Figure 29

ACIDE ACÉTIQUE

TENEUR MOYENNE
EN FONCTION DU VOLUME D'EAU



la masse de liquide déversé. Il est pris pour acquis que la diffusion du polluant est uniforme dans le cylindre. En pratique, dans le cas de substances dont la densité relative est supérieure ou inférieure à celle de l'eau, la teneur réelle près du fond sera plus forte ou plus faible.

5.4.3 Exemples de calcul

5.4.3.1 Teneur en polluant d'un cours d'eau non soumis aux marées. – Vingt tonnes d'une solution titrant 50 p. 100 d'acide ont été déversées dans une rivière. La hauteur d'eau h est de 5 m et la largeur L, de 50 m. La vitesse moyenne de l'écoulement est évaluée à 1 m/s. Quelle est la teneur maximale prévisible en un point situé à 5 km en aval, près d'une prise d'eau?

Étape 1 Déterminer les paramètres.
L = 50 m; h = 5m; V = 1 m/s; x = 5000 m;
m = 20 tonnes d'une solution titrant 50 p. 100 d'acide = 10 tonnes d'acide acétique pur.

Étape 2 Déterminer le temps requis pour atteindre le point donné.
Comme x = 5000 m et V = 1 m/s, t = 83 mn (fig. 22).

Étape 3 Déterminer le rayon hydraulique.
Comme L = 50 m et h = 5 m, r = 4,2 m (fig. 23).

Étape 4 Déterminer le coefficient de diffusion turbulente.
Comme r = 4,2 m et V = 1 m/s, E = 69 m^2/s (fig. 24).

Étape 5 Déterminer alpha.
Comme E = 69 m^2/s et t = 83 mn, α = 2000 (fig. 25).

Étape 6 Déterminer delta.
Comme α = 2000 et m = 10 tonnes, Δ = 5 (fig. 26).

Étape 7 Calculer la surface de la section mouillée.
s = L x h = 50 x 5 = 250 m^2.

Étape 8 Déterminer la teneur maximale au point donné.
Comme Δ = 5 et s = 250 m^2, T = 20 ppm (fig. 27).

5.4.3.2 Teneur en polluant dans les lacs au repos et autres plans d'eau. – Vingt tonnes d'une solution titrant 50 p. 100 d'acide ont été déversées dans un lac. Le point qui nous intéresse se trouve le long de la rive, à environ 1000 m du lieu du déversement. Entre ce lieu et le point donné, la hauteur d'eau moyenne est de 5 m. Quelle est la teneur moyenne prévisible en ce point?

Étape 1 Déterminer les paramètres.
h = 5 m; r = 1000 m; m = 10 tonnes.

Étape 2 Déterminer le volume d'eau assurant la diffusion.
Comme r = 1000 m et h = 5 m, vol. = 1,5 x 10^7 m^3 environ (fig. 28).

Étape 3 Déterminer la teneur moyenne.
Comme vol. = 1,5 x 10^7 m^3 et m = 10 tonnes, T = 0,75 ppm (fig. 29).

5.5 Comportement dans le sol de surface et dans le sous-sol

5.5.1 Introduction. – Les lois de la migration des fluides dans le sol, ainsi que leur application dans le cadre de la collection «Enviroguide», sont exposées dans le *Manuel d'introduction Enviroguide*. Les éléments dont il faut tenir compte dans le cas du déversement et de la migration de l'acide acétique sont présentés dans les paragraphes qui suivent.

L'acide acétique est transporté à l'état liquide, pur (glacial) ou dilué dans l'eau. S'il est répandu à des températures supérieures à son point de congélation, il pénétrera rapidement dans le sol et sera dilué par les eaux de précipitation ou par l'eau qui servira à nettoyer le lieu du déversement. Le liquide descendra vers la nappe phréatique.

Si, au moment du déversement, la surface du sol est saturée en eau, comme ce pourrait être le cas après une pluie, le produit ruissellera ou s'accumulera dans les dépressions.

Dans la présente section, nous avons attribué au sol sa capacité normale d'humidité (capacité au champ). Le sol recèle alors très peu d'eau interstitielle susceptible de diluer le produit au cours de sa migration ou de freiner son mouvement descendant; il s'agit du pire cas possible.

Durant sa migration, l'acide acétique dissout une partie des carbonates, ce qui le neutralise jusqu'à un certain point et s'accompagne, à un certain degré, d'une adsorption des protons et des ions acétate sur les minéraux argileux. Cependant, nous négligerons ces facteurs; il subsistera des quantités notables d'acide susceptibles d'atteindre la nappe phréatique.

Lorsque le polluant atteint la nappe phréatique, il continue sa migration dans la direction de l'écoulement de l'eau de la nappe. Il forme une poche de solution polluée, au sein de laquelle les phénomènes de diffusion et de dilution contribuent à une certaine baisse de la teneur en polluant (fig. 28).

5.5.2 Migration du polluant dans un sol à capacité au champ. – Les équations et les postulats utilisés pour déterminer la migration du polluant dans la zone non saturée, jusqu'à la nappe phréatique, sont présentés dans le *Manuel d'introduction Enviroguide*. Les vitesses de migration font intervenir la loi de Darcy, en posant comme hypothèse la formation d'une colonne saturée en solution polluée, par suite d'un écoulement en bloc (ou écoulement piston).

5.5.3 Coefficient de perméabilité d'un sol saturé vis-à-vis du polluant. – Le coefficient de perméabilité K_0 (ou conductivité hydraulique) mesure la perméabilité d'un sol saturé donné vis-à-vis d'un fluide donné. K_0, qui s'exprime en m/s, est donné par la formule suivante:

$$K_0 = \frac{(\rho g)\, k}{\mu}$$

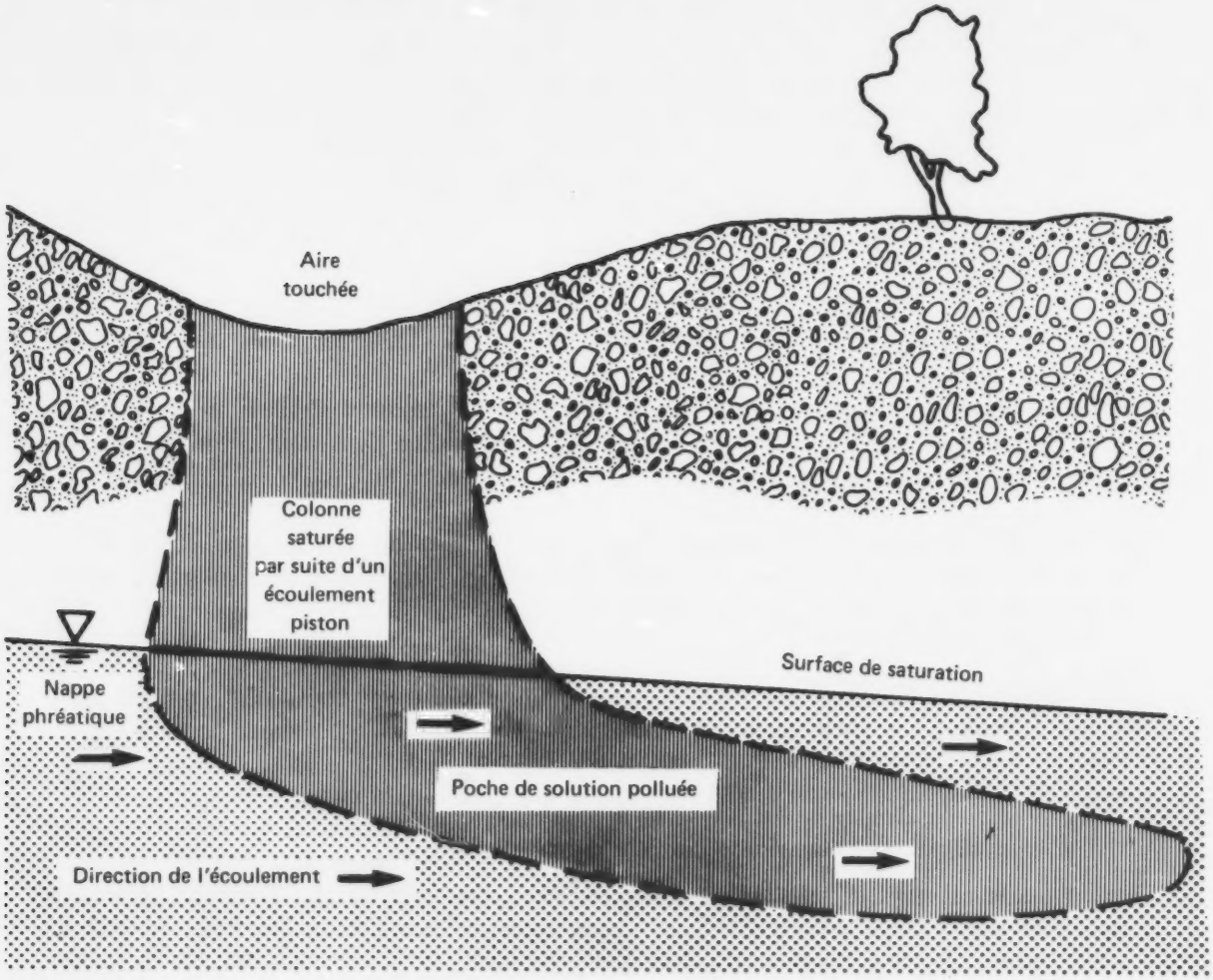
où: k = perméabilité intrinsèque du sol (m^2)
ρ = masse volumique du fluide (kg/m^3)
μ = viscosité absolue du fluide (Pa . s)
g = accélération de la pesanteur = 9,81 m/s^2

Dans le cas présent, les fluides examinés sont: l'acide acétique pur, l'acide acétique dilué dans l'eau par suite de précipitations ou mélangé avec de l'eau souterraine, l'eau. Les valeurs établies pour l'eau correspondent au point extrême de dilution.

	Valeurs établies pour les fluides		
Paramètre	Acide pur (20 °C)	Solution titrant 10 % (20 °C)	Eau (20 °C)
Masse volumique (kg/m^3)	1049	1012	998
Viscosité absolue (Pa . s)	$1{,}28 \times 10^{-3}$	$1{,}23 \times 10^{-3}$	$1{,}0 \times 10^{-3}$
Coefficient de perméabilité du sol saturé (m/s)	$(0{,}8 \times 10^{7})k$	$(0{,}8 \times 10^{7})k$	$(0{,}98 \times 10^{7})k$

Figure 30

ACIDE ACÉTIQUE — **MIGRATION DANS LE SOUS-SOL**



Sol: sable grossier
Porosité = 0,35, perméabilité intrinsèque = 10^{-9} m^2, capacité au champ = 0,075

5.5.4 Types de sol. – Le *Manuel d'introduction Enviroguide* décrit les trois types de sol retenus pour les besoins de la présente section. Le tableau ci-dessous présente les valeurs établies pour les propriétés qui influent sur la migration des fluides.

Propriété	Valeurs établies pour les sols		
	Sable grossier	Sable limoneux	Till argileux
Porosité (m^3/m^3)	0,35	0,45	0,55
Perméabilité intrinsèque (m^2)	10^{-9}	10^{-12}	10^{-15}
Capacité au champ (m^3/m^3)	0,075	0,3	0,45

5.5.5 Nomogrammes de la migration. – Un nomogramme de la migration de l'acide acétique dans la couche de sol non saturée (c.-à-d. à capacité au champ) située au-dessus de la nappe phréatique a été préparé pour chaque type de sol mentionné. Chaque nomogramme montre la hauteur totale de migration h_m en fonction du temps de migration pour un volume donné de fluide déversé au sein d'une colonne de sol d'une superficie donnée. Vu les méthodes utilisées et les hypothèses posées, la profondeur atteinte par le fluide après un temps donné doit être considérée comme maximale. Le lecteur trouvera à la figure 31 le plan d'utilisation des nomogrammes présentés aux figures 32 à 34. À noter que la droite représentant la profondeur atteinte par l'eau indique la profondeur (ou hauteur) maximale atteinte par l'acide dilué à l'extrême dans l'eau.

5.5.6 Exemple de calcul. – Vingt tonnes d'acide acétique se sont répandues sur un sol constitué de sable grossier. L'aire touchée a un rayon de 8,6 m. La température atteint 20 °C. Calculer la hauteur de migration atteinte par le fluide, 20 minutes après le moment de l'accident.

Étape 1 Déterminer la valeur des paramètres.
Masse de fluide déversée = 20 000 kg (20 tonnes)
Température = 20 °C
Rayon de l'aire touchée = 8,6 m
Type de sol = sable grossier
Profondeur de la surface de saturation = 13 m
Temps écoulé depuis le moment du déversement = 20 mn

Étape 2 Calculer l'aire touchée par le fluide.
Aire = πr^2 = 232 m^2

Étape 3 Évaluer la hauteur de migration après 20 mn.
Hauteur de migration = 3,5 m
(La surface de saturation n'est pas atteinte.)

Figure 31

ACIDE ACÉTIQUE

PLAN D'UTILISATION DES NOMOGRAMMES

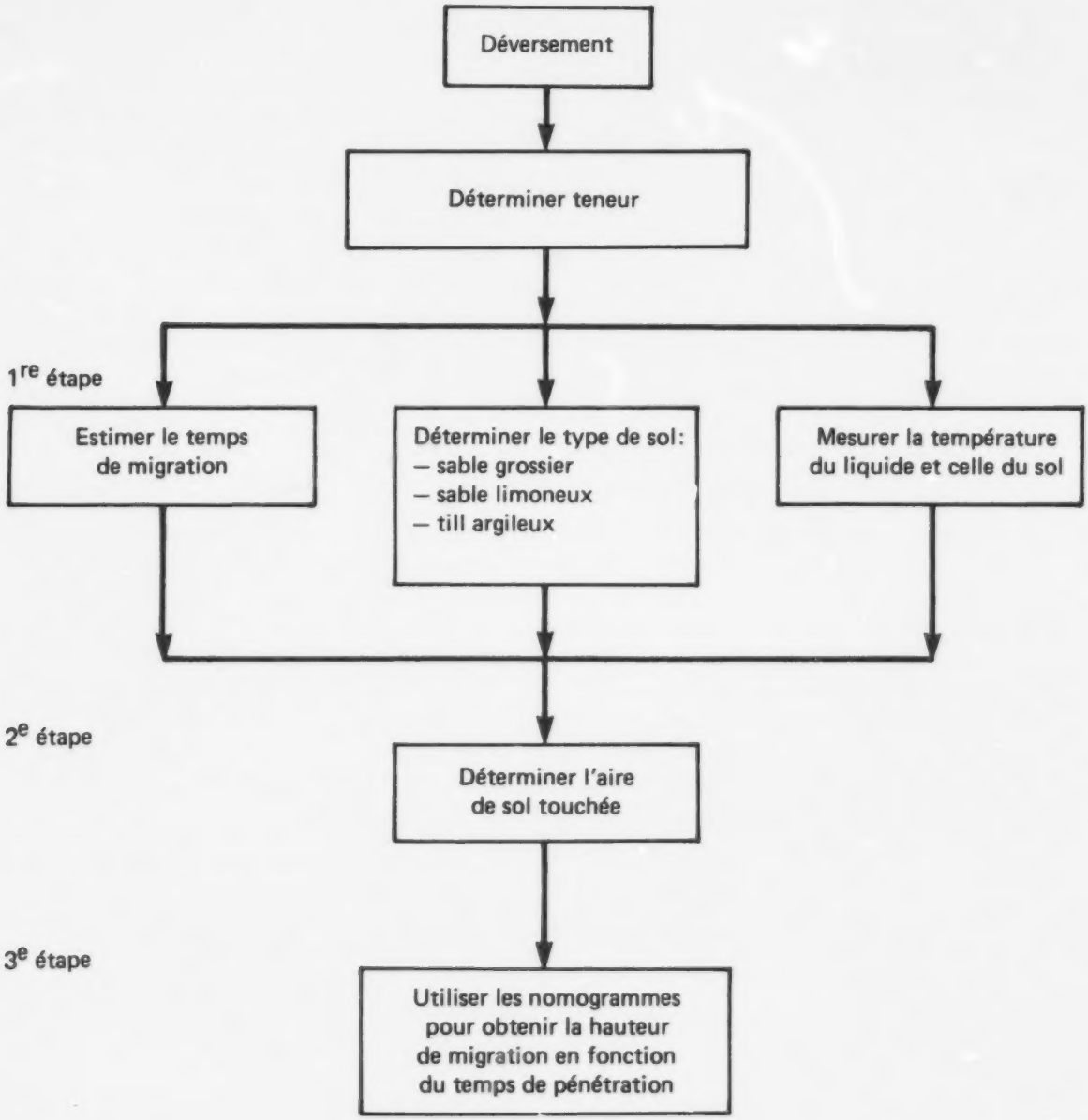


Figure 32

ACIDE ACÉTIQUE — **MIGRATION DANS LE SABLE GROSSIER**

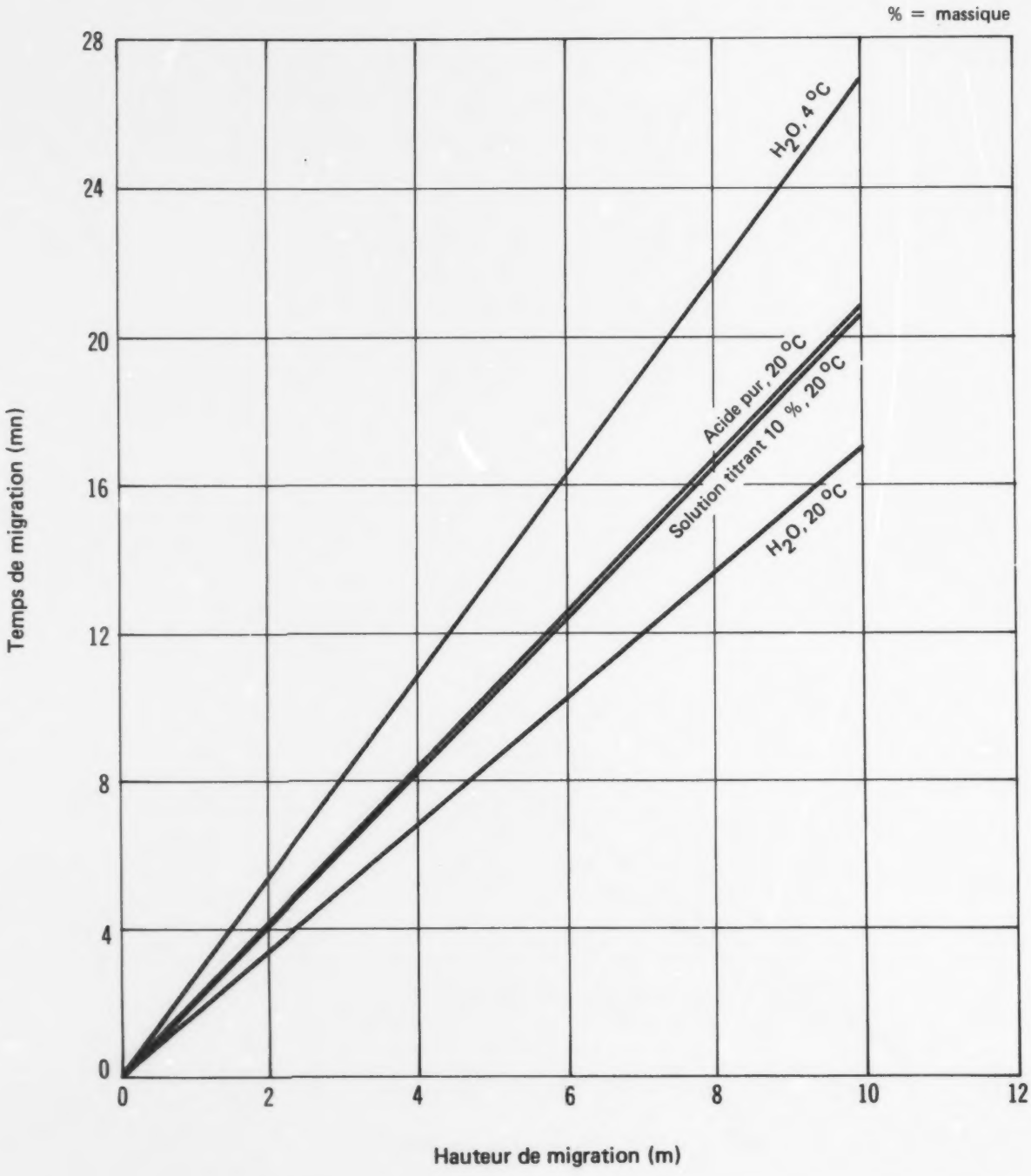


Figure 33

ACIDE ACÉTIQUE — **MIGRATION DANS LE SABLE LIMONEUX**

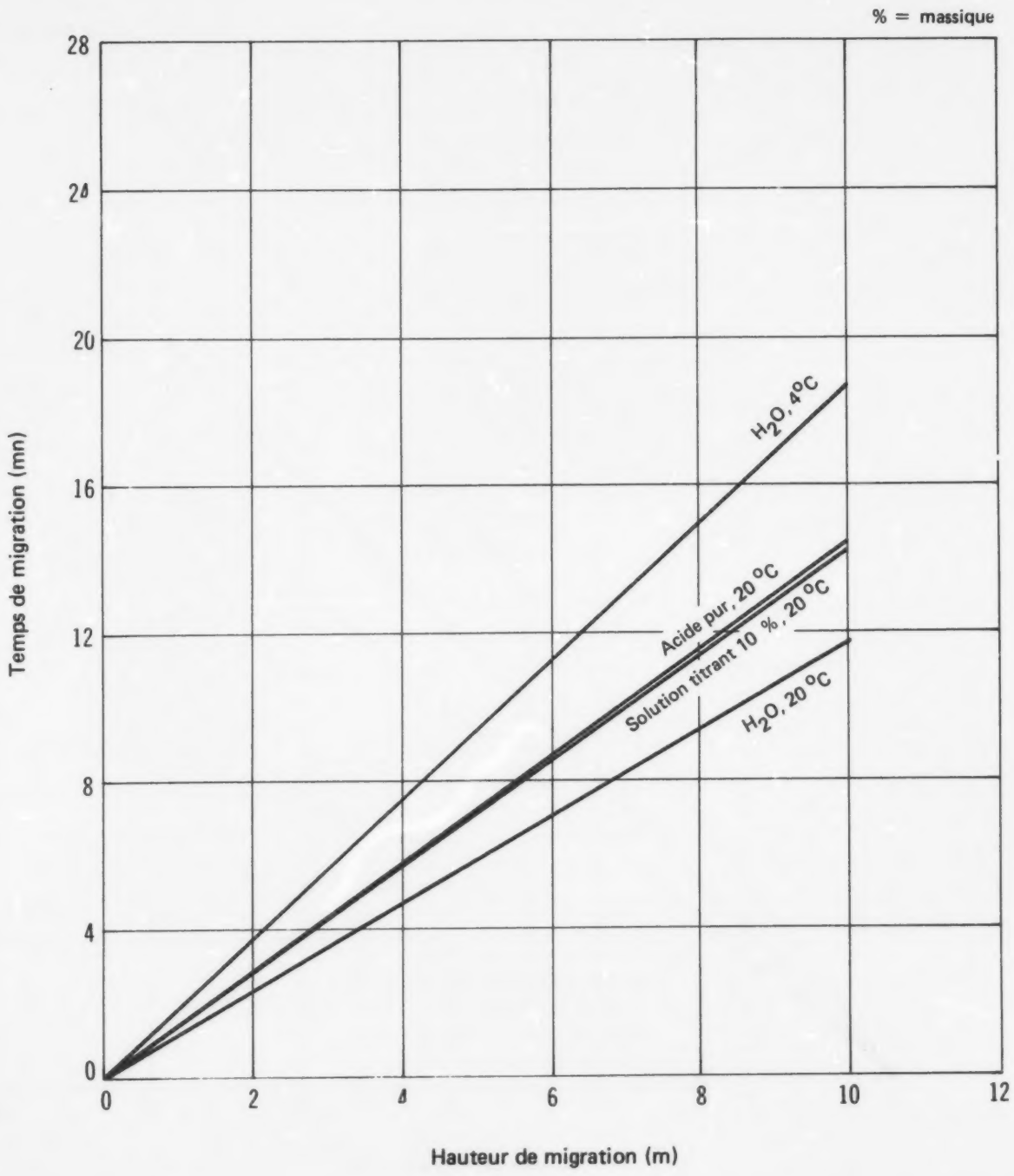
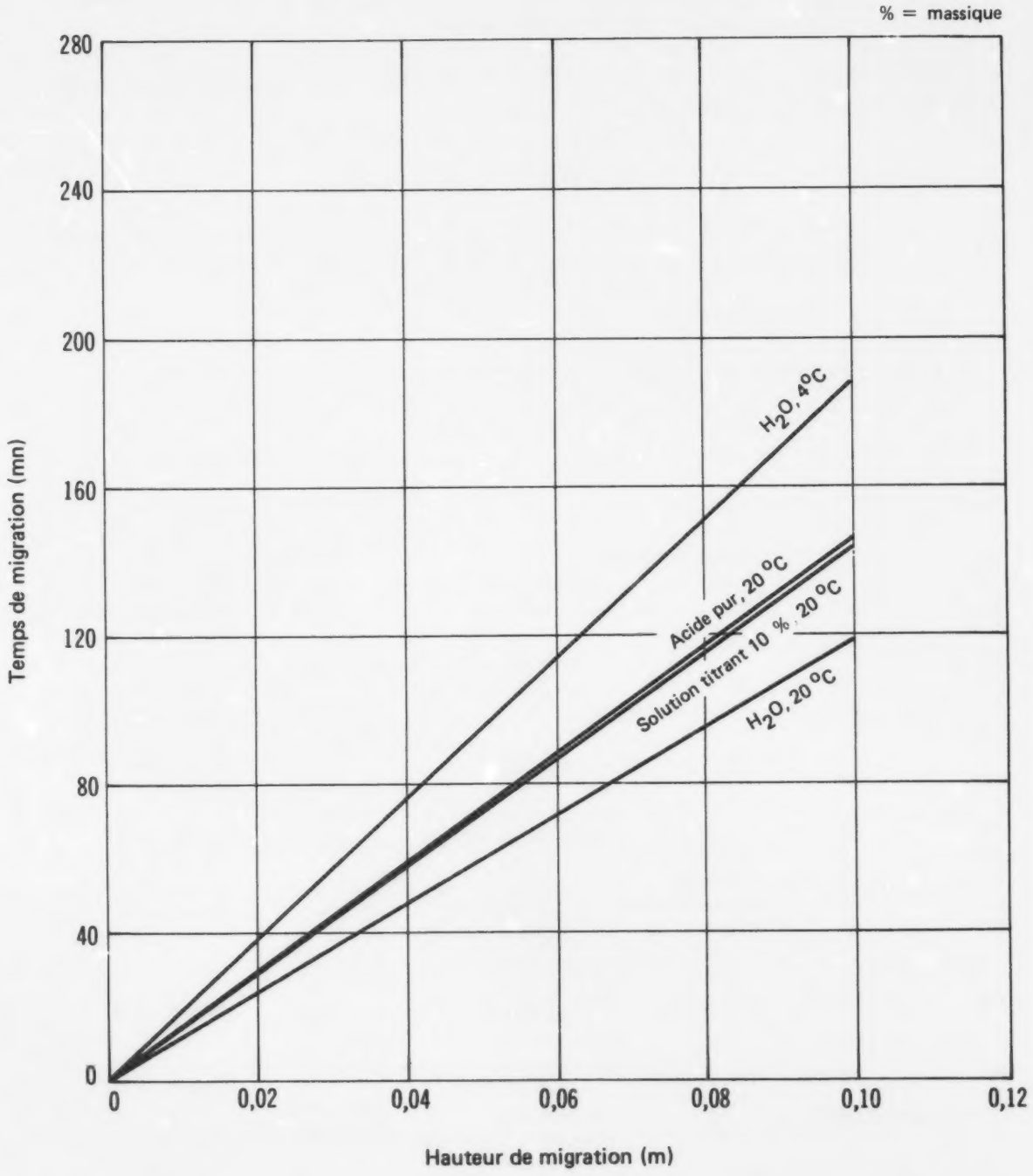


Figure 34

ACIDE ACÉTIQUE

MIGRATION DANS LE TILL ARGILEUX



6 PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

6.1 Limites maximales admissibles

6.1.1 Qualité de l'eau. – Une teneur limite en acide acétique de 128 ppm a été recommandée aux États-Unis pour l'eau potable (OHM-TADS, 1981).

6.1.2 Qualité de l'air. – En Ontario, la teneur limite en acide acétique de l'atmosphère a été fixée à 2,5 mg/m^3 (*Ontario E.P. Act*, 1971).

6.2 Toxicité pour les espèces aquatiques

6.2.1 Évaluation de la toxicité aux U.S.A. – La tolérance moyenne pour 96 heures (TLm 96) à l'acide acétique a été fixée à 10 à 100 ppm (RTECS, 1979).

6.2.2 Mesure de toxicité

6.2.2.1 Toxicité en eau douce

Toxicité pour les poissons

Teneur (mg/l)	Durée (h)	Espèce	Résultat	Conditions	Source
50	24	Omble de fontaine	Létal		WQC, 1963
114	24	Méné	Létal		WQC, 1963
423	20	Poisson doré	Létal		Verschueren, 1984
> 100	72	Tête-de-boule	Aucun effet toxique		EPA, 440/9-75-009
100	96	Poisson doré	TLm		Little, 1970
100 à 200	96	Mulet à cornes	TLm	Eau de la rivière Détroit	Little, 1970
75	96	Crapet arlequin	TLm		Cairns, 1968
75	96	Menu crapet	TLm	Eau douce de 18 à 20 °C	WQC, 1963
286	24	Poisson doré	Teneur létale 50		DPIMR, 1983
270	72	Barbue de rivière	TLm	25 °C	DPIMR, 1983
251	24 à 96	Gambusie	TLm	Eau turbide	DPIMR, 1983
624	72	Barbue de rivière	Teneur létale 50	25 °C	DPIMR, 1983
175	1	Tête-de-boule	Teneur létale 50	Eau reconstituée, 18 à 22 °C, pH < 5,9	Mattson, 1976
106	24 à 48	Tête-de-boule	Teneur létale 50	Eau reconstituée, 18 à 22 °C, pH < 5,9	Mattson, 1976
79	72 à 96	Tête-de-boule	Teneur létale 50	Eau reconstituée, 18 à 22 °C, pH < 5,9	Mattson, 1976

Teneur (mg/l)	Durée (h)	Espèce	Résultat	Conditions	Source
> 315	1	Tête-de-boule	Teneur létale 50	Eau du lac Supérieur, 18 à 22 °C, pH < 5,9	Mattson, 1976
122	24	Tête-de-boule	Teneur létale 50	Eau du lac Supérieur, 18 à 22 °C, pH < 5,9	Mattson, 1976
92	48	Tête-de-boule	Teneur létale 50	Eau du lac Supérieur, 18 à 22 °C, pH < 5,9	Mattson, 1976
88	72 à 96	Tête-de-boule	Teneur létale 50	Eau du lac Supérieur, 18 à 22 °C, pH < 5,9	Mattson, 1976
		Toxicité pour les invertébrés			
80 à 150	120	Daphnie	Immobilisation	Eau du lac Érié	WQCDB-5, 1973
47	24	*Daphnia magna*	TLm		Verschueren, 1984
		Toxicité pour les micro-organismes			
74		Diatomée (*Navicula seminulum*)	Réduction de 50 p. 100 de la croissance	Eau douce, 20 °C	DPIMR, 1983
> 4	12	Algue (*Nitzschia linearis*)	Teneur létale 50		DPIMR, 1983
74		Algue (*Nitzschia linearis*)	Teneur létale 50	Eau synthétique	WQCDB-5, 1973
2850		Bactérie (*Pseudomonas putida*)	Inhibition de la multiliplication cellulaire		Verschueren, 1984
90		Algue (*Microcystis aeruginosa*)	Inhibition de la multiplication cellulaire		Verschueren, 1984
4000		Algue verte (*Scenedesmus quadricauda*)	Inhibition de la multiplication cellulaire		Verschueren, 1984
1350		Protozoaire (*Uronema parduczi*)	Inhibition de la multiplication cellulaire		Verschueren, 1984
78		Protozoaire (*Entosiphon sulcatum*)	Inhibition de la multiplication cellulaire		Verschueren, 1984
350		*Chlorella pyranoidosa*	Effet toxique		Jones, 1971

6.2.2.2 Toxicité en eau salée

Teneur (mg/l)	Durée (h)	Espèce	Résultat	Conditions	Source
32	48	Artémia	TLm	Test statique	Price, 1974
100 à 300	48	Crevette	Teneur létale 50	Aéré	Portman, 1970
42		Artémia	TLm	Test statique	DPIMR, 1983
> 100	96	Crabe enragé (*Carcinus maenus*)	Teneur létale 50	Test en écoulement continu	WQCDB-5, 1973
> 100	96	Crabe (*Crangon crangon*)	Teneur létale 50	Test en écoulement continu	WQCDB-5, 1973
6		Amphipode (*Limnea ovata*)	Perturbation		Verschueren, 1984
14		Amphipode (*Gammarus pulex*)	Perturbation		Verschueren, 1984

6.3 Études sur les effets toxiques

Dans l'eau douce, la dureté s'oppose à la toxicité, en élevant la teneur requise pour une TLm donnée (WQC, 1963).

La toxicité de l'acide acétique pour un insecte (larves de moustiques, *Culex* sp.) dans l'eau a été déterminée à 1500 mg/l en 24 heures (Verschueren, 1984).

On a déterminé l'effet des vapeurs d'acide acétique sur un certain nombre d'espèces végétales. La TE 50 après 2 heures (dommages visibles aux feuilles) a été établie comme suit (Verschueren, 1984):

Plante	TE 50 (ppm)
Blé	9,3
Luzerne	3,1
Tabac	16,5
Soja	8,1
Maïs	20,1

6.4 Dégradation du polluant

6.4.1 Demande biochimique en oxygène

DBO oxygène/ acide acétique (masse/masse)	% de la DBO théorique	Durée (jours)	Inoculum	Méthode	Source
> 1	66	5	Eaux d'égout	Eau salée	Price, 1974
> 1	88	10	Eaux d'égout	Eau salée	Price, 1974
> 1	100	20	Eaux d'égout	Eau salée	Price, 1974
> 1	76	5	Eaux d'égout	Eau douce	Price, 1974

DBO oxygène/ acide acétique (masse/masse)	% de la DBO	Durée (jours)	Inoculum	Méthode	Source
> 1	82	10	Eaux d'égout	Eau douce	Price, 1974
> 1	85	15	Eaux d'égout	Eau douce	Price, 1974
> 1	96	20	Eaux d'égout	Eau douce	Price, 1974
> 1	50	0,5	Boues activées adaptées au phénol		DPIMR, 1983
> 1	53	1 à 5	Boues activées	Respiromètre	DPIMR, 1983
0,7		5			DPIMR, 1983
0,9		20			DPIMR, 1983
0,34 à 0,88			Eaux d'égout		DPIMR, 1983
1			Chimique	DCO	DPIMR, 1983

Une forte DBO et une forte DCO peuvent entraîner une carence en oxygène. Les teneurs élevées en acide acétique peuvent abaisser brusquement le pH, tuer des organismes et nuire à la coagulation (OHM-TADS, 1981).

6.5 Devenir et effets à long terme

Les eaux naturelles neutralisent les solutions diluées d'acide acétique en les transformant en acétates. Aucune bio-accumulation ni bio-amplification n'ont été observées (OHM-TADS, 1981).

7 PROTECTION DE LA SANTÉ

L'acide acétique est un liquide incolore, transparent, à l'odeur piquante, rappelant celle du vinaigre. C'est un produit chimique industriel très commun et très utilisé dans des industries aussi diverses que la fabrication de la cellulose et le traitement des aliments.

Au contact du tissu vivant, quelle que soit la voie d'exposition, l'acide acétique se révèle extrêmement corrosif. Ses effets sur l'organisme sont surtout locaux, bien que l'on ait signalé des cas de bronchite consécutive à une exposition aiguë (Doc. TLV, 1981).

Le fait que les effets locaux de l'acide acétique sont bien connus explique probablement la rareté des recherches et des enquêtes bibliographiques sur les effets toxiques de ce produit. Aucune donnée publiée n'a été trouvée concernant le pouvoir mutagène, tératogène ou cancérogène du produit. L'acide acétique figure dans l'inventaire du *Toxic Substances Control Act* de l'EPA.

Les données toxicologiques sont extraites de sources dignes de confiance. Il est à noter que certaines données valent pour des expositions de longue durée à de faibles teneurs, de sorte qu'elles ne s'appliquent pas nécessairement dans les cas de déversements. À l'exception des données sur la mutagénicité, la tératogénicité et la carcinogénicité, seules les données sur les expositions de courte durée à de fortes teneurs sont indiquées pour les mammifères (à l'exception de l'homme) pour appuyer l'interprétation des données sur la santé, le cas échéant.

7.1 Normes d'exposition recommandées

Les limites d'exposition à l'acide acétique sont établies en fonction des effets possibles sur l'organisme entier (en comparaison avec l'ammoniac) et elles sont censées être suffisamment basses pour prévenir toute irritation et tout effet nocif pour les yeux et la vision (Doc. TLV, 1981). Les directives des provinces, au Canada, sont semblables à celles qui ont été élaborées pour l'ACGIH aux États-Unis, sauf indication contraire.

Limites maximales admissibles

Norme	Origine	Teneur admissible	Source
		Moyenne pondérée en fonction du temps	
TLV®	ACGIH	10 ppm (25 mg/m^3)	TLV, 1983
MPT	OSHA	10 ppm	NIOSH/OSHA, 1981
		Exposition de courte durée	
STEL (15 mn)	ACGIH	15 ppm (37 mg/m^3)	TLV, 1983
		Autres aspects de la toxicité pour l'homme	
IDLH (inhalation)	NIOSH	1000 ppm	NIOSH Guide, 1978
DTmin. (ingestion)		1,47 mg/kg	RTECS, 1979

Indice de toxicité par inhalation. – L'indice de toxicité par inhalation (I.T.I.) représente une mesure de la capacité d'une substance à produire un effet nocif à la suite d'une inhalation. On le calcule de la façon suivante: I.T.I. = 1315,12 (pression de vapeur en mm de Hg/TLV® ; à 36 °C, I.T.I. = 1315,12 (9,7 mm de Hg/20 ppm); à 36 °C, I.T.I. = 1,3 x 10^3.

7.2 Données sur les propriétés irritantes

7.2.1 Contact avec la peau

Exposition	Effets	Source
• CHEZ L'HOMME		
50 mg (24 h)	Irritation bénigne	RTECS, 1979
Acide de titre fort	Lésion grave	NIOSH/OSHA, 1981
• CHEZ LE LAPIN		
1060 mg/kg	Dose létale 50	Patty, 1982
525 mg	Irritation grave, peau exposée	DPIMR, 1983
50 mg (24 h)	Irritation bénigne	RTECS, 1979
• CHEZ LE COBAYE		
80 p. 100	Brûlures graves	NIOSH/OSHA, 1981
80 à 50 p. 100	Brûlures d'intensité moyenne à grave	NIOSH/OSHA, 1981
< 50 p. 100	Lésion relativement bénigne	NIOSH/OSHA, 1981
5 à 10 p. 100	Aucune lésion	NIOSH/OSHA, 1981

7.2.2 Contact avec les yeux

Exposition	Effets	Source
• CHEZ L'HOMME		
Glacial (100 p. 100)	Opacification permanente de la cornée	NIOSH/OSHA, 1981
Solution titrant de 4 à 10 p. 100	Douleur immédiate et hypérémie de la conjonctive, parfois avec lésions de l'épithélium cornéen	NIOSH/OSHA, 1981
10 à 15 ppm (vapeurs)	Irritation	NIOSH/OSHA, 1981
• CHEZ LE LAPIN		
Glacial (100 p. 100)	Lésion grave	NIOSH/OSHA, 1981
50 µg	Irritation grave	DPIMR, 1983

7.3 Données sur les propriétés organoleptiques

7.3.1 **Odeur.** – L'acide acétique se distingue par une odeur piquante qui rappelle celle du vinaigre (Kirk-Othmer, 1978). Nombre du seuil de perception: 15 000 (AAR, 1981).

Paramètre	Milieu	Teneur	Source
Seuil de perception	Air	24 ppm	NIOSH/OSHA, 1981
Seuil de perception	Air	10 ppm	NIOSH/OSHA, 1981
Seuil de perception	Air	0,2 à 1 ppm	NIOSH/OSHA, 1981
Seuil inférieur de perception	Air	5 ppm	DPIMR, 1983
Seuil médian de perception	Air	24,3 ppm	DPIMR, 1983
Seuil supérieur de perception	Air	80 ppm	DPIMR, 1983

7.3.2 **Saveur.** – L'acide acétique a une saveur piquante, caustique, qui rappelle celle du vinaigre (Kirk-Othmer, 1978).

Paramètre	Milieu	Teneur	Source
Seuil supérieur de perception	Eau	1000 ppm	DPIMR, 1983
Seuil inférieur de perception	Eau	300 ppm	DPIMR, 1983

7.4 Études sur les effets toxiques

7.4.1 Inhalation

Exposition	Effets	Source
	A. – Exposition de courte durée	
• CHEZ L'HOMME		
800 à 1200 ppm	Intolérable après plus de 3 minutes	Doc. TLV, 1981
816 ppm (3 mn)	Teneur toxique minimale	RTECS, 1979
200 ppm	Effets graves	Verschueren, 1984
> 50 ppm	Intolérable pour la plupart des personnes. Larmoiement intense et irritation des yeux, des muqueuses du nez et de la gorge, accompagnés d'oedème du pharynx et de bronchite chronique	NIOSH/OSHA, 1981
50 ppm	Intolérable	NIOSH/OSHA, 1981
40 ppm	Symptômes d'indisposition	Verschueren, 1984
> 25 ppm	À défaut d'adaptation, irritation extrême des yeux et des muqueuses nasales	NIOSH/OSHA, 1981
• CHEZ LE COBAYE		
> 100 ppm (1 h)	Irritation des voies respiratoires	NIOSH/OSHA, 1981
• CHEZ LE RAT		
16 000 ppm (4 h)	Mort d'un rat sur six, teneur létale minimale	Doc. TLV, 1981
• CHEZ LA SOURIS		
5620 ppm (1 h)	Teneur létale 50	Patty, 1982
> 100 ppm (1 h)	Irritation des voies respiratoires	NIOSH/OSHA, 1981
	B. – Exposition de longue durée	
• CHEZ L'HOMME		
80 à 200 ppm (7 à 12 ans)	Congestion du pharynx	NIOSH/OSHA, 1981
60 ppm, plus 1 heure par jour à 100 à 260 ppm (7 à 12 ans)	Aucune lésion, sauf une légère irritation des voies respiratoires, de l'estomac et de la peau	Doc. TLV, 1981
60 ppm, plus 1 heure par jour à 100 à 260 ppm (7 à 12 ans)	Conjonctivite, bronchite, pharyngite et érosion des parties exposées des dents	Doc. TLV, 1981

7.4.2 Ingestion

Exposition	Effets	Source
• CHEZ L'HOMME		
1,47 mg/kg	Dose toxique minimale, effets sur l'appareil gastro-intestinal	DPIMR, 1983
1,0 ml d'acide acétique glacial	Perforation de l'oesophage	NIOSH/OSHA, 1981

Exposition	Effets	Source
• CHEZ LE LAPIN		
1200 mg/kg	Dose létale minimale	Patty, 1982
• CHEZ LE RAT		
3310 mg/kg	Dose létale 50	Patty, 1982
• CHEZ LA SOURIS		
4960 mg/kg	Dose létale 50	Patty, 1982

7.4.3 Mutagénicité, tératogénicité et carcinogénicité

Exposition	Effets	Source
• CHEZ LA SALMONELLE		
Non précisée	Pouvoir mutagène faible; < 0,004 colonies réversives/n moles; < 70 colonies réversives à 1000 µg/plaque	Verschueren, 1984
• CHEZ *SACCHAROMYCES CEREVISAE*		
Non précisée	Aucune réaction mutagène	Patty, 1982
• CHEZ LE LAPIN		
1,6 g/kg/j	Aucune anomalie du foetus après traitement de lapines gravides	Patty, 1982
• CHEZ LE POULET		
100 mg/kg	Chez les embryons, aucun effet tératogène observé après incubation	Patty, 1982

7.5 Symptômes et conséquences de l'intoxication

Aucune référence n'est donnée pour les symptômes de nature générale mentionnés dans la plupart des documents consultés. Seuls les symptômes ou troubles de nature particulière ou inhabituelle sont suivis d'une indication de source.

7.5.1 Inhalation. – À noter qu'il peut y avoir adaptation graduelle à des teneurs croissantes.

1. Toux (AAR, 1981)
2. Irritation des muqueuses du nez et de la gorge (AAR, 1981)
3. Érosion des parties exposées des dents (GE, 1980)
4. Nausées (AAR, 1981)
5. Vomissements (AAR, 1981)
6. Constriction des bronches (TDB (on-line), 1981)
7. Douleurs dans la poitrine (AAR, 1981)
8. Broncho-pneumonie (NIOSH/OSHA, 1981)
9. Oedème pulmonaire

7.5.2 Ingestion

1. Douleurs dans la bouche, le pharynx, l'oesophage et l'estomac
2. Laryngite

3. Diarrhée (USDHEW, 1977)
4. Vomissements sanguinolents (USDHEW, 1977)
5. Hémolyse (USDHEW, 1977)
6. Hémoglobinurie (USDHEW, 1977)
7. Anurie (USDHEW, 1977)
8. État de choc (USDHEW, 1977)
9. Perforation de l'oesophage
10. Mort (NIOSH/OSHA, 1981)

7.5.3 Contact avec la peau

1. Dermatite (DPIMR, 1981)
2. Ulcères (DPIMR, 1981)
3. La peau peut noircir et s'hyperkératoser (TDB (on-line), 1981)

7.5.4 Contact avec les yeux

1. Larmoiement
2. Hyperémie
3. Conjonctivite
4. Iritis
5. Érosion de la cornée
6. Cécité (NIOSH/OSHA, 1981)

8 COMPATIBILITÉ CHIMIQUE

8.1 Compatibilité entre l'acide acétique et divers agents

Agent	Production de chaleur	Incendie	Explosion	Formation de gaz inflammables	Polymérisation brutale	Décomposition	Formation de vapeurs toxiques	Formation de substances d'une plus grande toxicité	Augmentation de la pression dans les récipients fermés	Solubilisation	Réaction violente	Réaction non dangereuse	Remarques	Source
En général														
Feu		●	●										Danger modéré d'explosion	Sax, 1979
Chaleur		●												Sax, 1979
Corps														
Acétaldéhyde	●			●									Provoque la polymérisation de l'acétaldéhyde	Bretherick, 1979
Acide chlorosulfonique	●							●					Dans un récipient fermé	NFPA, 1978
Acide chromique			●										Explosion s'il n'est pas gardé froid	NFPA, 1978
Acide nitrique			●										Explosion s'il n'est pas gardé froid	NFPA, 1978
Acide perchlorique					●	●				●				Leleu, 1972
Amino-2 éthanol	●							●					Dans un récipient fermé	NFPA, 1978
Azido-5 tétrazole			●											Bretherick, 1979
Éthylènediamine	●							●					Dans un récipient fermé	NFPA, 1978
Éthylènimine	●							●					Dans un récipient fermé	NFPA, 1978
Hydroxyde de potassium										●			Avec un résidu de production d'hydroxyde de potassium	Leleu, 1976
Hydroxyde de sodium	●							●						NFPA, 1978
Isocyanate de phosphore										●			Au contact	NFPA, 1978
Nitrate d'ammonium		●											Inflammation lorsqu'il est chauffé	NFPA, 1978
Oléum	●							●					Dans un récipient fermé	NFPA, 1978
Pentafluorure de brome		●	●											NFPA, 1978
Peroxyde de sodium			●										Explosion s'il n'est pas gardé froid	NFPA, 1978

Agent	Production de chaleur	Incendie	Explosion	Formation de gaz inflammables	Polymérisation brutale	Décomposition	Formation de vapeurs toxiques	Formation de substances d'une plus grande toxicité	Augmentation de la pression dans les récipients fermés	Solubilisation	Réaction violente	Réaction non dangereuse	Remarques	Source
Peroxyde d'hydrogène			●	●									À la chaleur, produit de l'acide peracétique qui explose à 110 °C	NFPA, 1978
p-xylène			●										Un mélange détonant peut être produit	NFPA, 1978
Tert-butoxyde de potassium		●											Inflammation 3 mn après contact avec des vapeurs d'acide acétique	Bretherick, 1979
Trifluorure de chlore			●							●			Réaction violente, parfois explosive	NFPA, 1978
Trichlorure de phosphore			●										Explosion avec chaleur et formation de phosphine	NFPA, 1978
Groupes de corps														
Cyanures				●		●							Production de cyanure d'hydrogène	EPA, 600/2 80-076
Époxydes	●				●									EPA, 600/2 80-076
Explosifs			●		●								Peut décomposer les explosifs en libérant suffisamment de chaleur pour provoquer une détonation	EPA, 600/2 80-076
Fluorures métalliques						●							Formation de fluorure d'hydrogène	EPA, 600/2 80-076
Métaux		●		●									Libère de l'hydrogène	EPA, 600/2 80-076
Oxydants		●	●											Bretherick, 1979
Permanganates			●										Explosion s'il n'est pas gardé froid	NFPA, 1978
Sulfures	●			●		●							Libère du sulfure d'hydrogène	EPA, 600/2 80-076

9 MESURES D'INTERVENTION ET DE SÉCURITÉ

9.1 Mesures recommandées

Les brefs exposés qui figurent dans la présente section sont repris des ouvrages sur lesquels a porté notre enquête bibliographique. Leur formulation d'origine a été respectée pour éviter toute déformation de sens; ce faisant, il a été impossible d'empêcher que ne paraissent des contradictions entre les sources d'information. Toutefois, les contradictions touchant certaines mesures qui s'appliquent à des cas particuliers ne sont qu'apparentes, l'information pouvant être correcte ou non selon la situation. La mention d'une mesure ne constitue d'aucune façon une recommandation de la part d'Environnement Canada.

9.1.1 Danger d'incendie. – L'acide acétique est combustible, mais ce n'est pas un liquide inflammable (MCA, 1951). Il libère des vapeurs inflammables qui peuvent former des mélanges explosifs avec l'air (NFPA, 1978).

9.1.2 Moyens d'extinction. – Refroidir les récipients menacés par les flammes au moyen d'eau pulvérisée (GE, 1980).
Petit feu: poudre sèche, CO_2, eau pulvérisée ou mousse anti-alcool.
Grand feu: Eau pulvérisée, brouillard ou mousse.
Retirer les récipients de la zone d'incendie, si cela ne présente aucun danger. Ne pas faire pénétrer d'eau dans les récipients; ne pas s'approcher des extrémités des citernes (ERG, 1980).

9.1.3 Mesures d'intervention en cas de déversement

9.1.3.1 Information générale. – Arrêter ou ralentir la fuite du produit, si cela ne présente aucun danger. Éliminer toute source d'inflammation. Éviter tout contact avec la peau et éviter d'inhaler (Celanese MSDS, 1979). Si le feu n'a pas pris, utiliser de l'eau pulvérisée pour disperser les vapeurs et pour protéger l'équipe qui tente d'arrêter la fuite (GE, 1980). Le Cellosize, matière absorbante, a montré certaines promesses pour l'élimination des vapeurs ou la localisation des fuites d'acide acétique (ICI, 1982).

9.1.3.2 Déversement sur le sol. – Confiner, si possible, au moyen de barrières mécaniques ou chimiques. Récupérer le plus d'acide possible, par pompage ou aspiration. Répandre de la chaux ou du bicarbonate de sodium pour neutraliser l'acide résiduel et verser dans des récipients, à la pelle, en vue de l'élimination (EPA, 670/2-75-042; GE, 1980).

9.1.3.3 Déversement dans l'eau. – Confiner, si possible. Neutraliser au bicarbonate de sodium ou à la chaux (EPA, 670/2-75-042; OHM-TADS, 1981). On peut envisager de recourir au Dowex 5WX4 comme absorbant (CG-D-38-76). Récupérer l'eau polluée en vue du traitement indiqué ci-dessous.

9.1.4 Nettoyage et traitement

9.1.4.1 Information générale. – Pour le traitement de l'eau polluée, la décantation des matières solides, puis leur neutralisation à l'hydroxyde de sodium sont recommandées. On recommande en outre de faire subir à l'eau ainsi traitée une filtration sur double milieu (EPA, 600/2-77-227).

L'osmose inverse a montrée certaines possibilités, avec un pourcentage d'élimination variant entre 20 et 80 p. 100 (TSA, 1980).

On peut aussi éliminer l'acide acétique par traitement de l'eau polluée aux boues activées (Metry, 1980).

Narkis (1980) a essayé un certain nombre de méthodes de traitement de l'eau polluée par l'acide acétique. L'efficacité moyenne du chlorure ferrique est de 9,5 p. 100; celle de la chaux, de 14,9 p. 100; celle de l'absorption sur charbon actif ne s'est pas révélée appréciable. Kvo (1977) a eu recours à l'ozonation combinée à l'exposition aux UV pour éliminer jusqu'à 92 p. 100 de l'acide acétique en 2 heures. L'oxydation de l'acide acétique donne successivement l'acide glyoxylique, l'acide oxalique et enfin le dioxyde de carbone. Fang (1976) a eu recours à l'osmose inverse pour éliminer l'acide acétique et a obtenu les rendements suivants au moyen de diverses membranes:

Membrane	% d'élimination
Polyamide	10 à 70
Polyéthylènimine	50 à 70
Acétate de cellulose	5 à 12
Triacétate de cellulose	20
Acétate et butyrate de cellulose	4
Polyphénylène chloré	22

9.1.5 Élimination du polluant. – L'acide acétique résiduaire ne doit jamais être rejeté directement dans les égouts ou les eaux de surface. Après le traitement, sur les lieux du déversement ou dans les installations de traitement des déchets, les boues résiduaires peuvent être éliminées dans une décharge sûre.

9.1.6 Appareils et vêtements de protection. – Avant d'entrer dans une zone où ni le produit déversé ni ses propriétés chimiques ne sont connus, il faut revêtir un scaphandre résistant aux agents chimiques et porter un appareil respiratoire autonome.

S'il s'avère que le produit déversé est de l'acide acétique:

- L'équipe d'intervention doit porter des vêtements imperméables, des gants, des visières pare-acide (de 20 cm au moins) et toute autre pièce de vêtement requise pour prévenir tout risque de contact de la peau avec de l'acide acétique solide ou liquide ou les solutions qui en contiennent (NIOSH/OSHA, 1981);
- Des lunettes anti-éclaboussures et antipoussières sont recommandées, pour protéger les yeux contre tout contact avec de l'acide acétique solide ou liquide ou des solutions qui en contiennent (NIOSH/OSHA, 1981). Le port de lunettes étanches aux gaz et aux agents chimiques devrait aussi être envisagé (Celanese MSDS, 1979);
- L'acide acétique prend plus d'une heure pour traverser des vêtements fabriqués des matériaux suivants: butylcaoutchouc, néoprène, nitrile, polyéthylène, polyuréthane et PVC. Les matériaux suivants offrent un temps de protection d'environ une heure: caoutchouc naturel, néoprène à revêtement de styrène-butadiène, nitrile à revêtement de PVC et styrène-butadiène (Little, 1983);
- Des bottes ou des chaussures de sécurité à longue tige, en caoutchouc, des vêtements de dessus adhérant au corps, au cou et aux poignets, des tabliers en caoutchouc et des gants devraient être envisagés comme vêtements de protection contre l'acide acétique (GE, 1980);

- Pour se protéger contre l'acide acétique, on recommande des scaphandres fabriqués des matériaux suivants (EE-38): cloropel, néoprène, PVC (résistance excellente) et butyle (bonne résistance);
- Un vêtement non imperméable touché par de l'acide acétique, solide, liquide ou en solution, doit être enlevé immédiatement et ne peut être porté à nouveau tant qu'il n'est pas débarrassé de l'acide acétique (NIOSH/OSHA, 1981);
- On doit trouver sur les lieux de l'intervention des bains oculaires automatiques et des douches à fort débit, d'accès facile (GE, 1980).

Le lecteur trouvera dans le tableau qui suit une liste des éléments minimaux de protection des voies respiratoires requis pour une intervention sur les lieux d'un déversement d'acide acétique (NIOSH/OSHA, 1981).

Protection minimale des voies respiratoires pour une teneur supérieure à 10 ppm

Situation	Équipement*
500 ppm ou moins	Appareil respiratoire à cartouche, muni d'un masque couvre-visage avec cartouche anti-vapeurs organiques. Masque à gaz, muni d'une cartouche anti-vapeurs organiques fixée à hauteur du menton, attachée sur la poitrine ou dans le dos. Tout appareil respiratoire à adduction d'air, muni d'un masque couvre-visage, d'un casque ou d'une cagoule. Tout appareil respiratoire autonome (isolant), muni d'un masque couvre-visage.
1000 ppm ou moins	Tout appareil respiratoire à adduction d'air de type C, à masque couvre-visage, alimenté en air sous pression par pulmo-commande ou autre commande par pression ou à masque couvre-visage, à casque ou à cagoule alimenté en air à débit constant.
Plus de 1000 ppm ou pénétration dans une zone ou évacuation d'une zone où la teneur est inconnue	Tout appareil respiratoire autonome, à masque couvre-visage, alimenté en air sous pression par pulmo-commande ou autre commande par pression. Un ensemble respiratoire qui comprend un respirateur à adduction d'air de type C, à masque couvre-visage, à pulmo-commande, commande par pression ou à débit constant, et un respirateur auxiliaire autonome à pulmo-commande ou autre commande par pression.
Lutte contre l'incendie	Appareil respiratoire autonome à masque couvre-visage, à pulmo-commande ou autre commande par pression.
Évacuation d'urgence	Tout masque à gaz pouvant offrir une protection contre les vapeurs organiques. Tout appareil respiratoire autonome pour évacuation d'urgence.

* Seul l'équipement homologué par le NIOSH ou la MSHA doit être utilisé.

9.2 Équipement, techniques et produits spécialisés d'intervention

La liste qui suit est tirée d'une étude publiée en 1982 par Dillon; elle comprend des articles qui pourraient convenir aux interventions (ce ne sont pas les seuls). On trouvera dans l'étude

citée des renseignements plus détaillés sur les caractéristiques, l'efficacité et à la disponibilité des articles énumérés.

Colmatage des fuites	Plug N'Dike®
Pompes pour liquides	U.S. Coast Guard ADAPTS
Agents de traitement	Hazorb (sorbant)

10 CAS DE DÉVERSEMENT ACCIDENTEL

10.1 Information générale

Le chapitre 10 donne en principe des renseignements qui permettent au lecteur de mieux comprendre le processus d'intervention et les mesures de lutte que requiert un déversement accidentel. Les cas rapportés sont choisis en fonction de certains critères; il ne faut pas voir dans le nombre de cas décrits une indication relative à l'ampleur ou à la fréquence des déversements.

Lorsqu'il y aura une nouvelle édition du présent guide, les auteurs procéderont à une mise à jour qui permettra de présenter toute information pertinente qui rendra compte du progrès des techniques d'intervention.

11 IDENTIFICATION ET DOSAGE DU POLLUANT

Les méthodes d'analyse utilisées pour l'identification et le dosage des polluants chimiques d'intérêt prioritaire sont expliquées dans les lignes qui suivent.

Les méthodes décrites et les références signalées ont été choisies en fonction d'analyse d'échantillons d'air, d'eau et de sol devant être faites dans un laboratoire de chimie doté d'un équipement standard, éloigné du lieu d'où proviennent les prélèvements. Les auteurs ont consulté les sources habituelles exposant les méthodes normalisées ou recommandées, et décrit sommairement celles qui s'appliquent à chaque produit chimique. Parmi ces sources, on compte des publications du National Institute for Occupational Safety and Health des États-Unis (NIOSH), de l'Environmental Protection Agency des États-Unis (EPA), de l'American Water Works Association, de l'American Society for Testing and Materials et de l'American National Standards Institute.

Lorsque les méthodes normalisées ou recommandées ont été jugées fiables et suffisamment spécifiques pour l'analyse des échantillons provenant des matières déversées et du milieu touché et lorsqu'elles ne nécessitaient pas un équipement de laboratoire hautement spécialisé, nous n'avons pas cherché plus loin. Enfin, lorsque nous avons découvert des tests simples et fiables, couramment utilisés dans l'industrie, nous les avons signalés.

11.1 Dosage du polluant présent dans l'air (analyse quantitative)

11.1.1 Chromatographie en phase gazeuse (NIOSH, 1977). – La chromatographie en phase gazeuse à détecteur d'ionisation de flamme permet la mesure de l'acide acétique présent à des teneurs de 12,5 à 50 mg/m^3 (5,1 à 20,4 ppm).

Un volume connu d'air est aspiré dans un tube de 7 cm sur 6 mm (diamètre externe), contenant 2 compartiments de charbon actif de granulométrie 20/40, séparés par 2 mm de mousse d'uréthane. Le premier compartiment en contient 100 mg; le second, 50 mg. En amont de l'absorbant, on place un tampon de laine de verre silylaté. On recommande de prélever un volume de 168 l d'air au débit de 1,0 l/mn.

Le tube de charbon est incisé en aval du premier compartiment, puis brisé. Le charbon du premier compartiment est transvasé dans un contenant de 2 ml, fermé, renfermant 1,0 ml d'acide formique. L'opération est répétée pour le charbon du second compartiment. On doit accorder 60 mn à la désorption. Une prise d'essai de 5 μl est injectée dans le chromatographe.

L'acide acétique est dosé à l'aide d'un intégrateur électronique qui mesure l'aire des pics en la confrontant à une courbe d'étalonnage.

Les constantes typiques de l'appareil sont les suivantes: colonne de verre de 1 m sur 4 mm (diamètre interne), garnie de Carbopack B à granulométrie 60/80 et 3 p. 100 de Carbowax 20 *M*/0,5 p. 100 d'H_3PO_4; gaz porteur: azote à 60 ml/mn, hydrogène à 50 ml/mn, air à 500 ml/mn; température de la chambre d'injection à 230 °C; température du détecteur à 230 °C; température de la colonne: réchauffement de 130 à 180 °C, à raison de 10 °C/mn.

11.2 Identification du polluant présent dans l'air (analyse qualitative)

On peut déceler la présence de 5 à 50 ppm d'acide acétique dans l'air au moyen d'un tube détecteur Drager pour l'acide acétique.

Au moyen d'une pompe Drager, on aspire un volume connu d'air dans le tube détecteur. Le virage au jaune de l'indicateur bleu violet indique la présence d'acide acétique. Le virage est provoqué par la réaction de l'acide avec un indicateur d'acide dans l'ampoule (Drager, 1979).

11.3 Dosage du polluant présent dans l'eau (analyse quantitative)

11.3.1 Entraînement à la vapeur (AWWA, 1981). – Cette méthode permet de doser jusqu'à 5000 ppm d'acides organiques sous forme d'acide acétique.

On prélève au moins 1 litre d'un échantillon représentatif, dans un récipient approprié, qu'on acidifie à pH 3 avec de l'acide sulfurique titrant 50 p. 100. On ajoute à l'échantillon 6 ml d'une solution de chlorure ferrique, préparée par dissolution de 82,5 g de chlorure ferrique hexahydraté dans 1 litre d'eau distillée. On ajoute 50 g de silice à diatomées, comme adjuvant de filtration, puis on agite le mélange. L'échantillon est aspiré dans un entonnoir de Buchner contenant un papier filtre fraîchement revêtu d'une couche mince de silice à diatomées. Le résidu est lavé quatre fois à l'eau et le pH du filtrat est réglé à 11 avec une solution d'hydroxyde de sodium. L'échantillon est concentré à 150 ml, sur bain-marie, puis réfrigéré. Après réfrigération, son pH est réglé à 4 avec de l'acide sulfurique titrant 50 p. 100, puis le filtrat est transvasé dans un ballon à distiller convenable. On ajoute un léger excès de sulfate de magnésium et on chauffe à ébullition un ballon rempli d'eau, relié au ballon à distiller. On recueille 200 ml de distillat en 25 minutes environ. On accélère la distillation et on recueille en tout 500 ml de distillat.

On dose l'acide acétique avec de l'hydroxyde de sodium 0,1 *N*, la phénolphthaléine servant d'indicateur.

11.4 Identification du polluant présent dans l'eau (analyse qualitative)

On prélève un échantillon comme dans la section 11.3.1. On réunit une goutte de l'échantillon à 50 mg de bicarbonate de sodium dissous dans 1 ml d'eau. On agite doucement le mélange. Une forte effervescence ou le dégagement constant de gaz dénote la présence d'un acide carboxylique (Owen, 1969).

11.5 Dosage du polluant présent dans le sol (analyse quantitative)

11.5.1 Chromatographie en phase gazeuse (NIOSH, 1977; ASTM, 1979). – On peut mesurer des teneurs en acide acétique de l'ordre des ppm à l'aide d'un détecteur à ionisation de flamme.

On prélève dans un flacon en verre environ 20 g de sol, pesés exactement. On extrait l'acide acétique au moyen de Fréon 113® (trichloro-1,1,2 trifluoro-1,2,2 éthane). Le Fréon est distillé du ballon de réaction sur bain d'eau à 70 °C.

Si la température est mal maîtrisée, on peut perdre une partie de l'échantillon. Pendant la dernière minute, on aspire de l'air au travers du ballon pour entraîner toutes les traces de Fréon®. Le résidu est dissous dans le sulfure de carbone.

Une prise d'essai convenable du résidu dissous est injectée dans le chromatographe. L'acide acétique est dosé au moyen d'un intégrateur électronique qui mesure l'aire des pics en la confrontant à une courbe d'étalonnage.

11.6 Identification du polluant présent dans le sol (analyse qualitative)

On prélève un échantillon comme dans la section 11.5.1 et on le soumet à l'extraction au Fréon® (trichloro-1,1,2 trifluoro-1,2,2 éthane). On distille le Fréon®, dans le ballon de réaction, sur bain d'eau à 70 °C. Pendant la dernière minute, on aspire de l'air dans le ballon pour qu'il entraîne toutes les traces de Fréon®. On dissout le résidu dans l'eau. On réunit une goutte de l'échantillon à 50 mg de bicarbonate de sodium solide dissous dans 1 ml d'eau. On agite doucement le mélange. Une forte effervescence ou la libération constante de gaz indique la présence d'un acide carboxylique (AWWA, 1981; Owen, 1969).

12 RÉFÉRENCES ET BIBLIOGRAPHIE

(reproduction intégrale de la version anglaise)

12.1 Références

AAR 1981: BDM Corporation, The AAR Hazardous Materials Data Base, Prepared for the Association of American Railroads, Parts I and II, McLean, VA. (May, 1981).

ASS: Atlas Steel, Atlas Stainless Steels, Toronto, Ontario. Not dated.

ASTM 1979: American Society for Testing and Materials, Annual Book of ASTM Standards, Part 31: Water, Philadelphia, PA, D2908-74, D1192-70, D3370. (1979).

AWWA 1981: American Water Works Association, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 15th Edition, American Public Health Association, Washington, DC, Method 504B. (1981).

Bretherick 1979: Bretherick, L., Handbook of Reactive Chemical Hazards, Second Edition, Butterworths, London, England. (1979).

Cairns 1968: Cairns, J., Scheier, A., "A Comparison of the Toxicity of Some Common Industrial Waste Components Tested Individually and Combined", Progr. Fish. Cult., Vol. 30, No. 1, pp. 3-8. (1968).

CBG 1980: Southam Business Publications Ltd., "1981 Chemical Buyers' Guide", Canadian Chemical Processing, Vol. 64, No. 9, Don Mills, Ontario. (December, 1980).

CCP 1981: "Celanese Plans Giant VAM Plant", Canadian Chemical Processing, Vol. 65, No. 7, p. 10. (October, 1981).

Celanese MSDS 1978: Celanese Canada Inc., Material Safety Data Sheet, Montreal, Quebec. (1978).

Celanese MSDS 1979: Celanese Chemical Company, Inc., Material Safety Data Sheet, Dallas, TX. (November, 1979).

Celanese PB 1976: Celanese Chemical Company, Inc., Product Bulletin - Glacial Acetic Acid, New York, NY. (1976).

CG-D-38-76: Bauer, W.H., Borton, D.N., et al., Agents, Methods and Devices for Amelioration of Discharge of Hazardous Chemicals on Water, Rensselaer Polytechnic Institute for the U.S. Coast Guard, Washington, DC, CG-D-38-76. (August, 1975).

CHRIS 1974: U.S. Department of Transportation, CHRIS Hazard Assessment Handbook, U.S. Coast Guard, Washington, DC, CG-446-3. (April, 1974).

CHRIS 1978: U.S. Department of Transportation, Coast Guard, Chemical Hazards Response Information System (CHRIS), Washington, DC. (1978).

Corpus 1983: Corpus Information Services Ltd., "Acetic Acid", Chemical Product Profiles, Don Mills, Ontario. (September, 1983).

CRC 1980: Weast, R.C. (ed.), CRC Handbook of Chemistry and Physics, 60th Edition, Chemical Rubber Publishing Company, Cleveland, OH. (1980).

DCRG 1978: Dow Chemical Company, Dow Chemical Resistance Guide for Dow Plastic Lined Piping Products, Midland, MI. (1978).

Dillon 1982: M.M. Dillon, Survey of Countermeasures Systems for Hazardous Material Spills, Environment Canada, Ottawa, Canada. (1982).

Doc. TLV 1981: American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), Documentation of Threshold Limit Values, Fourth Edition, Cincinnati, OH. (1981).

DPIMR 1983: Sax, N.I. (ed.), Dangerous Properties of Industrial Materials Report, Vol. 1, No. 3, pp. 23-25. (March/April, 1983).

DPLV 1972: Dow Chemical Company, Dow Plastic Lined Valves, Midland, MI. (1972).

DPPED 1967: DOM-X, DOM-X Plastic Pipe Engineering Data, Toronto, Ontario. (1967).

Drager 1979: Leichnitz, K. (ed.), "Air Investigations and Technical Gas Analysis with Drager Tubes", Detector Tube Handbook, Fourth Edition, Lubeck, Germany, p. 30. (1979).

* EE-20: Buchan, Lawton, Parent Ltd., A Survey of Self-Contained Breathing Apparatus and Totally-Encapsulated Chemical Protection Suits, Unedited Version. Not dated.

EPA 440/9-75-009: Supplement to Development Document: Hazardous Substances Regulations, Section 311 Federal Water Pollution Control Act, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water and Standards, Washington, DC, EPA 440/9-75-009. (November, 1975).

EPA 600/2-77-227: Huibregtse, K.R., et al., Manual for the Control of Hazardous Material Spills - Volume One - Spill Assessment and Water Treatment Techniques, U.S. Environmental Protection Agency, National Environmental Research Center, Cincinnati, OH, EPA 600/2-77-227. (November, 1977).

EPA 600/2-80-076: Hatayama, H.K., Chen, J.J., deVera, E.R., Stephens, R.D., Storm, D.L., A Method for Determining the Compatibility of Hazardous Wastes, Municipal Environmental Research Laboratory, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH. (April, 1980).

EPA 670/2-75-042: Pilie, R.J., et al., Methods to Treat, Control and Monitor Spilled Hazardous Materials, U.S. Environmental Protection Agency, National Environmental Research Center, Cincinnati, OH, EPA 670/2-75-042. (June, 1975).

ERG 1980: U.S. Department of Transportation, Hazardous Materials, 1980 Emergency Response Guidebook, Research and Special Programs Administration, Materials Transportation Bureau, Washington, DC. (1980).

Fang 1976: Fang, H.H.P., Chian, E.S.K., "Reverse Osmosis Separation of Polar Organic Compounds in Aqueous Solution", Environ. Sci. Technol., Vol. 10, No. 4, pp. 364-369. (1976).

FKC 1975: Lowenheim, F.A., Moran, M.K., Faith, Keye's and Clark's Industrial Chemicals, Wiley-Interscience, New York, NY. (1975).

* Publié également en français.

GE 1980: General Electric Company, Material Safety Data Sheets, Material Safety Information Services, Schenectady, NY. (October/December, 1980).

GF: GF Plastic Systems Inc., GF Plastic Systems, Santa Ana, CA. Not dated.

GPP: Uniroyal, Guide to Polymer Properties, Uniroyal Inc., Mishawaka, IN. Not dated.

Hansch and Leo 1979: Hansch, C., Leo, A., Substitute Constants for Correlation Analysis in Chemistry and Biology, John Wiley & Sons Inc., New York, NY. (1979).

HIS 1969: Hydraulic Institute, Hydraulic Institute Standards, 12th Edition, New York, NY. (1969).

Holmes 1980: Holmes, J.L., Lossing, F.P., "Gas-phase Heats of Formation of Keto and Enol Ions of Carbonyl Compounds", J. Amer. Chem. Soc., Vol. 102, p. 1591. (1980).

ICI 1982: Imperial Chemical Industries (ICI), Treatment of Organic Compounds, Appendix 7, Cheshire, England. (April, 1982).

Jones 1971: Jones, H.R., "Environmental Control in the Organic and Petrochemical Industries", Noyes Data Corp., NJ. (1971).

JSSV 1979: Jenkins Brothers, Jenkins Corrosion Resistant Stainless Steel Valves, New York, NY. (1979).

Kirk-Othmer 1978: Grayson, M., Eckroth, D. (ed.), Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Third Edition, Vol. 1, John Wiley & Sons Inc., New York, NY. (1978).

Kvo 1977: Kvo, P.P.K., Chian, E.S.K., Chang, B.J., "Identification of End Products Resulting from Ozonation and Chlorination of Organic Compounds Commonly Found in Water", Environ. Sci. Technol., Vol. 11, No. 13, pp. 1177-1181. (1977).

Lange's Handbook 1979: Dean, J.A. (ed.), Lange's Handbook of Chemistry, 12th Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, NY. (1979).

Lefèvre 1980: Lefèvre, M.J., Becker, E.O., First Aid Manual for Chemical Accidents -For Use with Nonpharmaceutical Chemicals, Dowden, Hutchinson and Ross Inc., Stroudsburg, PA. (1980).

Leleu 1972: Leleu, M.J., "Les réactions chimiques dangereuses - acide perchlorique", Cahiers de Notes Documentaires, Note 815-64-72, Paris, France. (1972).

Leleu 1976: Leleu, M.J., "Les réactions chimiques dangereuses - hydroxides inorganiques", Cahiers de Notes Documentaires, Note 1023-84-76, Paris, France. (1976).

Little 1970: Little, A.D. (ed.), Relationship between Organic Chemical Pollution of Fresh Water and Health, A.D. Little Inc., Cambridge, MA. (December, 1970).

Little 1983: Schwope, A.D., Costas, P.P., Jackson, J.D., Weitzman, P.J., Guidelines for the Selection of Chemical Protective Clothing, Arthur D. Little, Inc., for U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. (1983).

Mattson 1976: Mattson, V.R., Arthur, J.W., Walbridge, W.R., Acute Toxicity of Selected Organic Compounds to Fathead Minnows, U.S. Environmental Protection Agency, Duluth, MN, EPA 600/2-76-097. (1976).

MCA 1951: Manufacturing Chemists Association, "Acetic Acid", Chemical Safety Data Sheet, Washington, DC. (1951).

Metry 1980: Metry, A.A., The Handbook of Hazardous Waste Management, Technomic Publishing Company, Inc., Westport, CT. (1980).

MWPP 1978: Rehau, Mechan-O-Joint Water Pressure Pipe and Fittings, Montreal, Quebec. (1978).

Narkis 1980: Narkis, N., Henesfeld-Fourrier, S., Rebhun, M., "Volatile Organic Acids in Raw Wastewater and in Physical-Chemical Treatment", Water Research, Vol. 14, pp. 1215-1223. (1980).

NFPA 1978: National Fire Protection Association, Fire Protection Guide on Hazardous Materials, Seventh Edition, Boston, MA. (1978).

NIOSH 1977: National Institute for Occupational Safety and Health, Manual of Analytical Methods, Second Edition, Vol. 2, S. 29, Cincinnati, OH. (April, 1977).

NIOSH 1978: National Institute for Occupational Safety and Health, Manual of Analytical Methods, Second Edition, Vol. 4, S. 169, Cincinnati, OH. (1978).

NIOSH Guide 1978: U.S. Department of Health, Education and Welfare, Pocket Guide to Chemical Hazards, U.S. Department of Health, Education and Welfare, and U.S. Department of Labor, Washington, DC. (1978).

NIOSH/OSHA 1981: U.S. Department of Health and Human Services, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration (OSHA), Occupational Health Guidelines for Chemical Hazards, NIOSH Publication No. 81-123. (1981).

OHM-TADS 1981: Oil and Hazardous Materials Technical Assistance Data System, U.S. Environmental Protection Agency, Oil and Special Materials Control Division, Office of Water Program Operations, Washington, DC. (1981).

Ontario E.P. Act 1971: Ontario Ministry of the Environment, "The Environmental Protection Act, Statutes of Ontario 1971", Chapter 86, as amended; and Regulation 15 (General) as amended. (1971).

Owen 1969: Owen, T.C., Characterization of Organic Compounds by Chemical Methods, Marcel Dekker, Inc., New York, NY, p. 152. (1969).

Patty 1982: Clayton, G.D., Clayton, F.E. (ed.), Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, Vol. 2C, John Wiley & Sons Inc., New York, NY. (1982).

Perry 1973: Perry, R.H., Chilton, C.H. (ed.), Chemical Engineer's Handbook, Fifth Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, NY. (1973).

Portman 1970: Portman, J.E., The Toxicity of 120 Substances to Marine Organisms, Shellfish Information Leaflet, Fisheries Experimental Station, Conway, N. Wales; Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. (September, 1970).

PPH 1984: Gallant, R.W., Railey, J.M., Physical Properties of Hydrocarbons Vol. II, Gulf Publishing Company, Houston, TX. (1984).

Price 1974: Price, K.S., Waggy, G.T., Conway, R.H., "Brine Shrimp Bioassay and Seawater BOD of Petrochemicals", J. Water Pollut. Control Fed., Vol. 46, No. 1. (January, 1974).

Rouse 1961: Rouse, H., Fluid Mechanics for Hydraulic Engineers, Dover Publications, Inc., New York, NY. (1961).

* RTDCR 1974: Canadian Transport Commission, Regulations for the Transportation of Dangerous Commodities by Rail, published by Supply and Services Canada, Ottawa, Ontario. (1974).

RTECS 1979: Lewis, R.J., Tatken, R.L., Registry of Toxic Effects of Chemical Substances, 1979, Vols. 1 and 2, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Cincinnati, OH. (September, 1980).

Sax 1979: Sax, N.I., Dangerous Properties of Industrial Materials, Fifth Edition, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY. (1979).

Scott 1979: Scott's Industrial Directory of Ontario Manufacturers, 12th Edition, Penstock Directories Limited, Oakville, Ontario. (1979).

Streeter 1971: Streeter, V.L., Fluid Mechanics, Fifth Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, NY. (1971).

Sussex 1977: Pedley, J.B., Rylance, J., Sussex-N.P.L. Computer Analysed Thermochemical Data: Organic and Organometallic Compounds, University of Sussex, Sussex, Brighton, England. (1977).

TCM 1979: General American Transportation Corporation, Tank Car Manual, Chicago, IL. (May, 1979).

TDB (on-line) 1981: Toxicity Data Base, Toxicology Information On-Line, Available from National Library of Medicine, Washington, DC. (1981).

* TDGC 1980: Transport Canada, Transportation of Dangerous Goods Code, Vol. 1 (Lists), Vol. 2, Ottawa, Canada. (June, 1980).

TLV 1983: American Conference of Governmental Industrial Hygienists, TLV®s Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents in the Workroom Environment with Intended Changes for 1983-84, Cincinnati, OH. (1983).

TPS 1978: GSR Fluid Handling, Thermoplastic Piping Systems, Sun Valley, CA. (1978).

TSA 1980: Shuckrow, A.J., Pajak, A.P., Osheka, J.W., Concentration Technologies for Hazardous Aqueous Waste Treatment, Touhill, Shuckrow and Associates, Inc., Pittsburgh, PA. (1980).

Ullmann 1975: Ullmanns Encyklopaedie der technischen Chemie, Verlag Chemie, Weinheim. (1975).

USDHEW 1977: U.S. Department of Health, Education and Welfare, Occupational Diseases. A Guide to Their Recognition, National Institute for Occupational Safety and Health, DHEW (NIOSH) No. 77-181. (1977).

* Publié également en français.

Verschueren 1984: Verschueren, K., Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY. (1984).

Wilton 1974: Wilton, R.W., Some Infrared and X-Ray Properties of the High Pressure Polymorph of Solid Acetic Acid, Thesis presented to the Department of Chemistry, University of Alberta, Edmonton, Alberta. (1974).

WQC 1963: McKee, J.E., Wolf, H.W., Water Quality Criteria, Second Edition, Resources Agency of California, State Water Quality Control Board. (1963).

WQCDB-3 1972: Water Quality Criteria Data Book - Vol. 3. Effects of Chemicals on Aquatic Life, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. (1972).

WQCDB-5 1973: Water Quality Criteria Data Book - Vol. 5. Effects of Chemicals on Aquatic Life, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. (1973).

12.2 Bibliographie

American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), Documentation of Threshold Limit Values, Fourth Edition, Cincinnati, OH. (1981).

American Conference of Governmental Industrial Hygienists, TLV*s Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents in the Workroom Environment with Intended Changes for 1983-84, Cincinnati, OH. (1983).

American Society for Testing and Materials, Annual Book of ASTM Standards, Part 31: Water, Philadelphia, PA, D2908-74, D1192-70, D3370. (1979).

American Water Works Association, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 15th Edition, American Public Health Association, Washington, DC, Method 504B. (1981).

Atlas Steel, Atlas Stainless Steels, Toronto, Ontario. Not dated.

Bauer, W.H., Borton, D.N., et al., Agents, Methods and Devices for Amelioration of Discharge of Hazardous Chemicals on Water, Rensselaer Polytechnic Institute for the U.S. Coast Guard, Washington, DC, CG-D-38-76. (August, 1975).

BDM Corporation, The AAR Hazardous Materials Data Base, Prepared for the Association of American Railroads, Parts I and II, McLean, VA. (May, 1981).

Bretherick, L., Handbook of Reactive Chemical Hazards, Second Edition, Butterworths, London, England. (1979).

Buchan, Lawton, Parent Ltd., A Survey of Self-Contained Breathing Apparatus and Totally-Encapsulated Chemical Protection Suits, Unedited Version. Not dated.

* Canadian Transport Commission, Regulations for the Transportation of Dangerous Commodities by Rail, published by Supply and Services Canada, Ottawa, Ontario. (1974).

* Publié également en français.

Cairns, J., Scheier, A., "A Comparison of the Toxicity of Some Common Industrial Waste Components Tested Individually and Combined", Progr. Fish. Cult., Vol. 30, No. 1, pp. 3-8. (1968).

"Celanese Plans Giant VAM Plant", Canadian Chemical Processing, Vol. 65, No. 7, p. 10. (October, 1981).

Celanese Canada Inc., Material Safety Data Sheet, Montreal, Quebec. (1978).

Celanese Chemical Company, Inc., Product Bulletin - Glacial Acetic Acid, New York, NY. (1976).

Celanese Chemical Company, Inc., Material Safety Data Sheet, Dallas, TX. (November, 1979).

Clayton, G.D., Clayton, F.E. (ed.), Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, Vol. 2C, John Wiley & Sons Inc., New York, NY. (1982).

Corpus Information Services Ltd., "Acetic Acid", Chemical Product Profiles, Don Mills, Ontario. (September, 1983).

Dean, J.A. (ed.), Lange's Handbook of Chemistry, 12th Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, NY. (1979).

* M.M. Dillon, Survey of Countermeasures Systems for Hazardous Material Spills, Environment Canada, Ottawa, Canada. (1982).

DOM-X, DOM-X Plastic Pipe Engineering Data, Toronto, Ontario. (1967).

Dow Chemical Company, Dow Chemical Resistance Guide for Dow Plastic Lined Piping Products, Midland, MI. (1978).

Dow Chemical Company, Dow Plastic Lined Valves, Midland, MI. (1972).

Fang, H.H.P., Chian, E.S.K., "Reverse Osmosis Separation of Polar Organic Compounds in Aqueous Solution", Environ. Sci. Technol., Vol. 10, No. 4, p. 364-369. (1976).

Gallant, R.W., Railey, J.M., Physical Properties of Hydrocarbons Vol. II, Gulf Publishing Company, Houston, TX. (1984).

General American Transportation Corporation, Tank Car Manual, Chicago, IL. (May, 1979).

General Electric Company, Material Safety Data Sheets, Material Safety Information Services, Schenectady, NY. (October/December, 1980).

GF Plastic Systems Inc., GF Plastic Systems, Santa Ana, CA. Not dated.

Grayson M., Eckroth, D. (ed.), Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Third Edition, Vol. 1, John Wiley & Sons Inc., New York, NY. (1978).

GSR Fluid Handling, Thermoplastic Piping Systems, Sun Valley, CA. (1978).

* Publié également en français.

Hansch, C., Leo, A., Substitute Constants for Correlation Analysis in Chemistry and Biology, John Wiley & Sons Inc., New York, NY. (1979).

Hatayama, H.K., Chen, J.J., deVera, E.R., Stephens, R.D., Storm, D.L., A Method for Determining the Compatibility of Hazardous Wastes, Municipal Environmental Research Laboratory, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH. (April, 1980).

Holmes, J.L., Lossing, F.P., "Gas-phase Heats of Formation of Keto and Enol Ions of Carbonyl Compounds", J. Amer. Chem. Soc., Vol. 102, p. 1591. (1980).

Huibregtse, K.R., et al., Manual for the Control of Hazardous Material Spills - Volume One - Spill Assessment and Water Treatment Techniques, U.S. Environmental Protection Agency, National Environmental Research Center, Cincinnati, OH, EPA 600/2-77-227. (November, 1977).

Hydraulic Institute, Hydraulic Institute Standards, 12th Edition, New York, NY. (1969).

Imperial Chemical Industries (ICI), Treatment of Organic Compounds, Appendix 7, Cheshire, England. (April, 1982).

Jenkins Brothers, Jenkins Corrosion Resistant Stainless Steel Valves, New York, NY. (1979).

Jones, H.R., "Environmental Control in the Organic and Petrochemical Industries", Noyes Data Corp., NJ. (1971).

Kvo, P.P.K., Chian, E.S.K., Chang, B.J., "Identification of End Products Resulting from Ozonation and Chlorination of Organic Compounds Commonly Found in Water", Environ. Sci. Technol., Vol. 11, No. 13, pp. 1177-1181. (1980).

* Lefèvre, M.J., Becker, E.O., First Aid Manual for Chemical Accidents - For Use with Nonpharmaceutical Chemicals, Dowden, Hutchinson and Ross Inc., Stroudsburg, PA. (1980).

Leichnitz, K. (ed.), "Air Investigations and Technical Gas Analysis with Drager Tubes", Detector Tube Handbook, Fourth Edition, Lubeck, Germany, p. 30. (1979).

Leleu, M.J., "Les réactions chimiques dangereuses - acide perchlorique", Cahiers de Notes Documentaires, Note 815-64-72, Paris, France. (1972).

Leleu, M.J., "Les réactions chimiques dangereuses - hydroxides inorganiques", Cahiers de Notes Documentaires, Note 1023-84-76, Paris, France. (1976).

Lewis, R.J., Tatken, R.L., Registry of Toxic Effects of Chemical Substances, 1979, Vols. 1 and 2, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Cincinnati, OH. (September, 1980).

Little, A.D. (ed.), Relationship between Organic Chemical Pollution of Fresh Water and Health, A.D. Little Inc., Cambridge, MA. (December, 1970).

Lowenheim, F.A., Moran, M.K., Faith, Keye's and Clark's Industrial Chemicals, Wiley-Interscience, New York, NY. (1975).

Manufacturing Chemists Association, "Acetic Acid", Chemical Safety Data Sheet, Washington, DC. (1951).

Mattson, V.R., Arthur, J.W., Walbridge, W.R., Acute Toxicity of Selected Organic Compounds to Fathead Minnows, U.S. Environmental Protection Agency, Duluth, MN, EPA 600/2-76-097. (1976).

McKee, J.E., Wolf, H.W., Water Quality Criteria, Second Edition, Resources Agency of California, State Water Quality Control Board. (1963).

Metry, A.A., The Handbook of Hazardous Waste Management, Technomic Publishing Company, Inc., Westport, CT. (1980).

Narkis, N., Nenesfeld-Fourrier, S., Rebhun, M., "Volatile Organic Acids in Raw Wastewater and in Physical-Chemical Treatment", Water Research, Vol. 14, pp. 1215-1223. (1980).

National Fire Protection Association, Fire Protection Guide on Hazardous Materials, Seventh Edition, Boston, MA. (1978).

National Institute for Occupational Safety and Health, Manual of Analytical Methods, Second Edition, Vol. 2, S. 29, Cincinnati, OH. (April, 1977).

National Institute for Occupational Safety and Health, Manual of Analytical Methods, Second Edition, Vol. 4, S. 169, Cincinnati, OH. (1978).

Oil and Hazardous Materials Technical Assistance Data System, U.S. Environmental Protection Agency, Oil and Special Materials Control Division, Office of Water Program Operations, Washington, DC. (1981).

Ontario Ministry of the Environment, "The Environmental Protection Act, Statutes of Ontario 1971", Chapter 86, as amended; and Regulation 15 (General) as amended. (1971).

Owen, T.C., Characterization of Organic Compounds by Chemical Methods, Marcel Dekker, Inc., New York, NY, p. 152. (1969).

Pedley, J.B., Rylance, J., Sussex-N.P.L. Computer Analysed Thermochemical Data: Organic and Organometallic Compounds, University of Sussex, Sussex, Brighton, England. (1977).

Perry, R.H., Chilton, C.H. (ed.), Chemical Engineer's Handbook, Fifth Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, NY. (1973).

Pilie, R.J., et al., Methods to Treat, Control and Monitor Spilled Hazardous Materials, U.S. Environmental Protection Agency, National Environmental Research Center, Cincinnati, OH, EPA 670/2-75-042. (June, 1975).

Portman, J.E., The Toxicity of 120 Substances to Marine Organisms, Shellfish Information Leaflet, Fisheries Experimental Station, Conway, N. Wales; Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. (September, 1970).

Price, K.S., Waggy, G.T., Conway, R.H., "Brine Shrimp Bioassay and Seawater BOD of Petrochemicals", J. Water Pollut. Control Fed., Vol. 46, No. 1. (January, 1974).

Rehau, Mechan-O-Joint Water Pressure Pipe and Fittings, Montreal, Quebec. (1978).

Rouse, H., Fluid Mechanics for Hydraulic Engineers, Dover Publications, Inc., New York, NY. (1961).

Sax, N.I. (ed.), Dangerous Properties of Industrial Materials Report, Vol. 1, No. 3, pp. 23-25. (March/April, 1983).

Sax, N.I., Dangerous Properties of Industrial Materials, Fifth Edition, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY. (1979).

Schwope, A.D., Costas, P.P., Jackson, J.D., Weitzman, P.J., Guidelines for the Selection of Chemical Protective Clothing, Arthur D. Little, Inc., for U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. (1983).

Scott's Industrial Directory of Ontario Manufacturers, 12th Edition, Penstock Directories Limited, Oakville, Ontario. (1979).

Shuckrow, A.J., Pajak, A.P., Osheka, J.W., Concentration Technologies for Hazardous Aqueous Waste Treatment, Touhill, Shuckrow and Associates, Inc., Pittsburgh, PA. (1980).

Southam Business Publications Ltd., "1981 Chemical Buyers' Guide", Canadian Chemical Processing, Vol. 64, No. 9, Don Mills, Ontario. (December, 1980).

Streeter, V.L., Fluid Mechanics, Fifth Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, NY. (1971).

Supplement to Development Document: Hazardous Substances Regulations, Section 311 Federal Water Pollution Control Act, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water and Standards, Washington, DC, EPA 440/9-75-009. (November, 1975).

Toxicity Data Base, Toxicology Information On-Line, Available from National Library of Medicine, Washington, DC. (1981).

* Transport Canada, Transportation of Dangerous Goods Code, Vol. 1 (Lists), Vol. 2, Ottawa, Canada. (June, 1980).

Ullmanns Encyklopaedie der technischen Chemie, Verlag Chemie, Weinheim. (1975).

Uniroyal Inc., Guide to Polymer Properties, Mishawaka, IN. Not dated.

U.S. Department of Health, Education and Welfare, Pocket Guide to Chemical Hazards, U.S. Department of Health, Education and Welfare, and U.S. Department of Labor, Washington, DC. (1978).

U.S. Department of Health, Education and Welfare, Occupational Diseases. A Guide to Their Regulation, National Institute for Occupational Safety and Health, DHEW (NIOSH) No. 77-181. (1977).

U.S. Department of Health and Human Services, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration (OSHA), Occupational Health Guidelines for Chemical Hazards, NIOSH Publication No. 81-123. (1981).

U.S. Department of Transportation, CHRIS Hazard Assessment Handbook, U.S. Coast Guard, Washington, DC, CG-446-3. (April, 1974).

* Publié également en français.

U.S. Department of Transportation, Hazardous Materials, 1980 Emergency Response Guidebook, Research and Special Programs Administration, Materials Transportation Bureau, Washington, DC. (1980).

U.S. Department of Transportation, Coast Guard, Chemical Hazards Response Information System (CHRIS), Washington, DC. (1978).

Verschueren, K., Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY. (1984).

Water Quality Criteria Data Book - Vol. 3. Effects of Chemicals on Aquatic Life, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. (1972).

Water Quality Criteria Data Book - Vol. 5. Effects of Chemicals on Aquatic Life, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. (1973).

Weast, R.C. (ed.), CRC Handbook of Chemistry and Physics, 60th Edition, Chemical Rubber Publishing Company, Cleveland, OH. (1980).

Wilton, R.W., Some Infrared and X-Ray Properties of the High Pressure Polymorph of Solid Acetic Acid, Thesis presented to the Department of Chemistry, University of Alberta, Edmonton, Alberta. (1974).